

***RESULTADOS
DE PESQUISA DA
EMBRAPA SOJA
1999***

comitê de publicações

CLARA BEATRIZ HOFFMANN-CAMPO
presidente

ALEXANDRE JOSÉ CATTELAN
ALEXANDRE LIMA NEPOMUCENO
FLÁVIO MOSCARDI
IVANIA APARECIDA LIBERATTI
LÉO PIRES FERREIRA
MILTON KASTER
NORMAN NEUMAIER
ODILON FERREIRA SARAIVA

tiragem

600 exemplares
Julho/2000

Embrapa Soja

Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja 1999 / Embrapa Soja. - Londrina : Embrapa Soja, 2000.
279p. - (Embrapa Soja. Documentos; 142)

ISSN 1516-781X

1. Soja-Pesquisa-Brasil. 2. Girassol-Pesquisa-Brasil. 3. Trigo-Pesquisa-Brasil. I. Título.
II. Série.

CDD 633.0981

ã Embrapa 2000
Conforme Lei 9.610 de 19.02.98

APRESENTAÇÃO

Os Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja apresentam os principais trabalhos de pesquisa executados pela Embrapa Soja, durante o ano de 1999. Têm por objetivo informar aos pesquisadores, aos professores, aos técnicos ligados à extensão rural e à assistência técnica e aos demais interessados sobre as mais recentes pesquisas em soja, girassol e trigo, desenvolvidas nesta Unidade. Apresentam trabalhos relativos aos projetos e aos subprojetos inseridos nos programas 04 (Sistemas de Produção de Grãos), 10 (Colheita/Extração, Pós-Colheita, Transformação e Preservação de Produtos Agrícolas) e 13 (Suporte a Programas de Desenvolvimento Rural e Regional).

Cabe ressaltar que as informações aqui apresentadas são oriundas de pesquisas em andamento, contendo resultados não conclusivos. Por essa razão, recomenda-se cautela no seu uso. Após a conclusão das pesquisas, os resultados serão publicados para divulgação em alguns dos diversos veículos disponíveis.

José Renato Bouças Farias

*Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Soja*

SUMÁRIO

1

TECNOLOGIA PARA A PRODUÇÃO DE SEMENTE DE SOJA	11
1.1 Metodologia para Seleção de Genótipos de Soja com Semente Resistente ao Dano Mecânico - Relação com o Conteúdo de Lignina (04.0.94.327-01)	12
1.2 Proteínas de Choque Térmico e seus Efeitos Sobre a Qualidade da Semente de Soja (04.0.94.327-02)	13
1.3 Permeabilidade de Membrana de Célula de Semente de Soja	16
(04.0.94.327-03)	16
1.4 Desenvolvimento de Metodologia Alternativa para o Teste de Tetrazólio em Sementes de Soja (04.0.94.327.05)	17
1.5 Metodologia Alternativa para o Teste Padrão de Germinação de Sementes de Soja (04.0.94.327-06)	25
1.6 Embalagem de Sementes de Soja para Armazenamento em Regiões Tropicais e Subtropicais (04.0.94.327-07)	26
1.7 Proteínas Biotinizadas e a Qualidade da Semente de Soja (04.0.94.327-08)	30
1.8 Experimentos não Constantes do Projeto	31

2

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA E PRODUTOS DERIVADOS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL.....	36
2.1 Caracterização Química, Física, Tecnológica e Sensorial de Cultivares de Soja, Provenientes das Diferentes Regiões Produtoras do Brasil (10.0.97.361-01)	36
2.2 Difusão de Tecnologia Visando a Utilização da Soja e seus Derivados na Alimentação Humana (10.0.97.361-04)	41

3

CONTROLE DE NEMATÓIDES FITOPARASITAS ASSOCIADOS À CULTURA DA SOJA	46
3.1 Ecologia e Controle do Nematóide de Cisto da Soja (04.0.98.333-01)	47

3.2	Manejo da Cultura da Soja e do Solo para o Controle do Nematóide de Cisto (04.0.98.333-02)	51
3.3	Levantamento, Identificação e Controle de Nematóides Formadores de Galhas em Soja (04.0.98.333-03)	53

4

CONTROLE INTEGRADO DE DOENÇAS DA SOJA		57
4.1	Caracterização, Epidemiologia e Controle de Viroses de Soja	57
	(04.1999.335-01)	57
4.2	Avaliação da Reação de Genótipos de Soja às Doenças Fúngicas e Variabilidade Patogênica (04.1999.335-03)	59
4.3	Levantamento das Doenças Fúngicas da Soja, seus Impactos sobre o Rendimento e Aferição das Atuais Medidas de Controle (04.1999.335-04)	64
4.4	Patologia e Tratamento de Sementes de Soja (04.1999.335-06)	69

5

CARACTERIZAÇÃO DAS RESPOSTAS DA CULTURA DA SOJA AOS ELEMENTOS DO CLIMA		72
5.1	Respostas da Cultura da Soja à Disponibilidade Hídrica (04.0.94.331-01)	73
5.2	Base Ecofisiológica do Florescimento Tardio sob Dias Curtos em Soja (04.0.94.331-02)	77
5.3	Modelagem das Respostas da Cultura da Soja ao Ambiente (04.0.94.331-03)	81

6

MANEJO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DO SOLO PARA A PRODUÇÃO DE SOJA E CULTURAS ASSOCIADAS		85
6.1	Decréscimo da Disponibilidade de Potássio em Solos Cultivados com Soja-Trigo no Paraná (04.0.94.326-01)	87
6.2	Estudo da Disponibilidade de Micronutrientes para a Cultura da Soja em Solos do Brasil (04.0.94.326-02)	88
6.3	Manejo da Fertilidade em Latossolo Roxo (04.0.94.326-03)	101
6.4	Manejo dos Resíduos da Colheita Condicionado por Sistemas de Preparo do Solo (04.0.94.326-04)	103

6.5	Avaliação de Sistemas de Preparo do Solo, Rotação de Culturas e Semeadura da Soja (04.0.94.326-05)	104
6.6	Estudo das Causas da Compactação do Solo e do seu Efeito sobre a Soja (04.0.94.326-06)	109
6.7	Sistema de Rotação de Espécies Perenes e Anuais para Recuperação Biológica de Latossolos Roxos Eutróficos e Integração Agropecuária, na Região Meridional (04.0.94.326-10)	113
6.8	Rotação de Culturas com a Soja, para a Recuperação Biológica de Latossolos Roxos Distróficos no Planalto Paranaense de Campo Mourão (04.0.94.326-11)	114
6.9	Rotação de Culturas com a Soja para a Recuperação Biológica de Latossolos Brunos Álicos, no Planalto Paranaense de Guarapuava (04.0.94.326-12)	118
6.10	Rotação de Culturas com a Soja, para a Recuperação Biológica de Latossolos Roxos Eutróficos, no Norte do Paraná (04.0.94.326-13)	121
6.11	Avaliação de Doenças de Soja e suas Relações com as Propriedades Microbiológicas, Físicas e Químicas do Solo, em Diferentes Sequências de Culturas (04.0.94.326-17)	124

7

BIOLOGIA E MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS DA CULTURA DA SOJA	132
--	-----

7.1	Impacto do Uso de Herbicidas sobre a Comunidade Infestante e a Cultura da Soja (04.0.94.324-01)	132
7.2	Biologia e Competição de Plantas Infestantes da Cultura da Soja (04.0.94.324-02)	135
7.3	Dinâmica do Estabelecimento de Espécies de Plantas Daninhas (04.0.94.324-05)	137
7.4	Difusão de Tecnologias para o Manejo Integrado de Plantas Daninhas na Cultura da Soja (04.0.94.324-06)	140

8

DESENVOLVIMENTO DE GERMOPLASMA E CULTIVARES DE SOJA ADAPTADOS ÀS VÁRIAS REGIÕES ECOLÓGICAS E AOS VÁRIOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	143
--	-----

8.1	Desenvolvimento de Germoplasma de Soja Adaptados às Várias Regiões Ecológicas e aos Vários Sistemas de Produção (04.0.94.321-05)	144
-----	--	-----

8.2	Desenvolvimento de Cultivares e Linhagens de Soja para a Região Centro-Sul do Brasil (04.0.94.321-06)	145
8.2	Desenvolvimento de Germoplasma de Soja com Características Adequadas para o Consumo Humano <i>in natura</i> e para a Indústria de Alimentos (04.0.94.321.07)	148
8.3	Desenvolvimento de Germoplasma de Soja com Alta Qualidade Fisiológica de Semente (04.0.94.321-09)	153
8.4	Desenvolvimento de Germoplasma de Soja Resistente a Insetos (04.0.94.321-10)	155
8.5	Desenvolvimento de Genótipos Tolerantes ao Complexo de Acidez do Solo e com Alta Eficiência na Utilização de Nutrientes (04.0.94.321-11)	157
8.6	Avaliação de Linhagens de Soja quanto a Tolerância ao Alumínio Tóxico e Eficiência na Utilização de Fósforo (04.0.94.321-12)	160
8.6	Caracterização de Cultivares e Linhagens de Soja Quanto a Época de Semeadura (04.0.94.321-13)	164
8.7	Cultura de Tecidos de Plantas de Soja (04.0.94.321-14)	167
8.8	Programa de Melhoramento da Soja para o Mato Grosso (04.0.94.321-18)	168
8.9	Avaliação de Cultivares e Linhagens de Soja para o Estado do Mato Grosso (04.0.94.321-19)	171
8.10	Desenvolvimento de Cultivares de Soja para o Estado de Goiás (04.0.94.321-21)	173
8.11	Avaliação de Cultivares e Linhagens de Soja para o Estado de Goiás (04.0.94.321-22)	174
8.12	Difusão de Cultivares de Soja Desenvolvidas pela EMBRAPA-CNPSO (04.0.94.321-33)	177
8.13	Desenvolvimento de Cultivares de Soja com Resistência ao Nematóide de Cisto para o Estado de Goiás (04.0.94.321-48)	178

9

CONTROLE INTEGRADO DE PRAGAS DA SOJA		180
9.1	Bioecologia e Danos de Percevejos-pragas da Soja (04.0.94.323-01)	181
9.2	Ecologia Química de Percevejos-pragas da Soja (04.0.94.323-02)	186
9.3	Interação Parasitóides e Percevejos na Cultura da Soja (04.0.94.323-03)	192
9.4	Efeito de Inseticidas Sobre Pragas e Inimigos Naturais (04.0.94.323-05)	198

9.5	Epizootiologia de Entomopatógenos e Avaliação de seu Potencial no Controle Biológico de Pragas da Soja (04.0.94.323-06)	199
9.6	Biologia, Ecologia e Controle de Insetos de Hábito Subterrâneo em Soja (04.0.94.323-07)	206
9.7	Efeito de Genótipos Resistentes e Substâncias Constitutivas e/ou Induzidas na Biologia de Insetos-pragas da Soja (04.0.94.323-17)	210

10

ASSOCIAÇÕES MICROBIANAS NA NUTRIÇÃO NITROGENADA DA SOJA 218

10.1	Caracterização Genética, Fisiológica e Bioquímica de Estirpes de <i>Bradyrhizobium</i> para a Cultura da Soja de Solos da Região Sul e do Cerrado e com Maior Eficiência de Fixação do Nitrogênio e Capacidade Competitiva (04.1994.322.02)	220
10.2	Experimentação em Rede Nacional para Recomendação de Estirpes de <i>Bradyrhizobium</i> e Inoculantes (04.0.94.322.03)	225
10.3	Caracterização e Seleção de Genótipos de Soja para a Fixação Biológica do N ₂ e Obtenção de Genótipos mais Responsivos (04.1994.322.04)	228
10.4	Interação entre Espécies Vegetais e Microrganismos do Solo em Sistemas de Rotação e Sucessão de Culturas em Semeadura Direta ou Preparo Convencional do Solo (04.1994.322.05)	230
10.5	Efeito Ecológico e Mutagênico do Al e Mn sobre o <i>Bradyrhizobium japonicum</i> e <i>B. elkanii</i> (04.1994.322.15)	236
10.6	Estudo da Compatibilidade em Aplicação Conjunta nas Sementes, entre Fungicidas, Micronutrientes e Inoculantes, sobre a Sobrevivência do <i>Bradyrhizobium</i> e a Eficiência de Fixação Biológica do Nitrogênio (04.1994.322.18)	238

11

TECNOLOGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO GIRASSOL NO BRASIL 249

11.1	Desenvolvimento de Germoplasma e de Cultivares de Girassol (04.0.99.334-01)	250
11.2	Rede de Ensaios de Avaliação de Genótipos de Girassol (04.0.99.334-02)	253
11.3	Caracterização da Aptidão Climática de Regiões para o Cultivo do Girassol (04.0.99.334-04)	256
11.4	Avaliação de Herbicidas na Cultura do Girassol (04.0.99.334-05)	257

11.5 Validação e Difusão de Tecnologias para a Produção de Girassol no Brasil (04.1999.334-07)	261
---	-----

12

SUBPROJETOS EXTERNOS À EMBRAPA SOJA	263
12.1 Zoneamento Agroclimático das Principais Culturas de Grãos no Brasil (04.0.94.065)	263
12.2 Desenvolvimento e Avaliação de Cultivares de Trigo para o Estado do Paraná (04.1999.352-02)	267
12.3 Prospecção de Demandas Tecnológicas de Cadeias Produtivas e de Sistemas Naturais da Região Sul do Brasil (13.0.96.143-08)	274
12.4 Prospecção de Demandas Tecnológicas da Cultura da Soja para a Região Centro-Oeste (13.0.96.162-04)	276

1

TECNOLOGIA PARA A PRODUÇÃO DE SEMENTE DE SOJA

Nº do Projeto: 04.0.94.327

Líder: José de Barros França Neto

Nº do Subprojetos que compõem o Projeto: 07

Unidades/Instituições Participantes: Embrapa Soja; FCAV/UNESP-Campus de Jaboticabal, SP; Universidade da Flórida, Gainesville, Flórida; UFMT, Cuiabá, MT

A utilização de sementes de soja de elevada qualidade é básica para assegurar o estabelecimento de uma população de plantas adequada, durante o processo de instalação da lavoura. A produção de sementes de alta qualidade depende da utilização de técnicas especiais, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais.

Apesar de já existirem diversas técnicas específicas para a produção de sementes de soja, que propiciam a melhoria da qualidade das sementes produzidas, tais técnicas ainda não têm assegurado aos produtores de sementes o nível de qualidade e de confiabilidade demandado pelo sistema de produção de soja. Um dos possíveis enfoques, que poderá vir a superar os problemas de baixa qualidade, reside no desenvolvimento de cultivares que apresentem a característica genética de boa qualidade de sementes, mesmo quando produzidas em condições climáticas estressantes, como as que ocorrem nas regiões tropicais e subtropicais. Entretanto, uma das limitações que vem impossibilitando a adoção com pleno sucesso de tal técnica está ligada à falta de uma metodologia simples, que possibilite a identificação e seleção de genótipos que produzam sementes de alta qualidade. A superação de tal limitação é um dos assuntos amplamente estudados no presente projeto.

O controle de qualidade das sementes é uma ferramenta de fundamental importância para o sistema de produção de sementes. Este assunto tem sido enfatizado no projeto, através do desenvolvimento de metodologias alternativas para os testes de germinação padrão e de tetrazólio, que são os testes mais corriqueiramente utilizados pelos laboratórios de análise de sementes no Brasil.

A pesquisa básica relativa a estudos de fisiologia de sementes, envolvendo macromoléculas, pode vir a propiciar o entendimento dos processos de deterioração das sementes e, também, os caminhos para a solução dos problemas de baixa qualidade das sementes. Estão sendo estudados os efeitos de algumas proteínas específicas, como as de choque térmico e as associadas à biotina, que podem estar relacionadas com os problemas de qualidade abordados no projeto.

Outro sério obstáculo à expansão da cultura de soja em regiões tropicais está relacionado à preservação da qualidade das sementes durante o armazenamento. Atualmente, a única solução utilizada para o problema tem sido o armazenamento sob condições climatizadas, com baixas temperatura e umidade relativa do ar, solução esta que, além de dispendiosa, poderá limitar a expansão do sistema de produção nos trópicos. Soluções alternativas e não convencionais para o problema estão em fase de estudos e validação no presente projeto.

Assim sendo, o projeto tem como objetivos principais: a) identificar os mecanismos fisiológicos, bioquímicos e anatômicos determinantes da qualidade da semente, seu modo de ação, interação (sinergismo) entre os genótipos e condições ambientais nas regiões tropicais e subtropicais; b) caracterizar o menor período mais adequado (horas de embebição), para que ocorra a coloração apropriada de sementes de soja quando submetidas à solução de tetrazólio, sem que ocorram distúrbios morfológicos e fisiológicos, que possam comprometer a interpretação das estruturas embrionárias das sementes durante a leitura do teste; c) testar o efeito da temperatura de 41°C sobre o mecanismo de embebição de sementes de diversas cultivares de soja, tentando antecipar a leitura do teste para períodos inferiores a 10 horas; d) determinar métodos alternativos para a correta avaliação da germinação de sementes de soja; e) procurar caracterizar os fatores fisiológicos ligados aos elevados percentuais de anormalidade de plântula em algumas cultivares de soja, durante a execução do teste de germinação; f) identificar quais cultivares de soja estão sujeitas ao dano de embebição, que ocorre no teste padrão de germinação e sugerir metodologias alternativas para superar o problema; g) verificar a presença de proteínas associadas à biotina dentre as proteínas de choque térmico em soja; h) estudar em detalhes o metabolismo das proteínas biotinizadas (PBSs) nas sementes de soja durante o processo de germinação; i) verificar os efeitos da deterioração das sementes de soja sobre a expressão das PBSs; j) verificar a possibilidade da utilização das PBSs para a identificação e caracterização de cultivares de soja.

1.1 Metodologia para Seleção de Genótipos de Soja com Semente Resistente ao Dano Mecânico - Relação com o Conteúdo de Lignina (04.0.94.327-01)

Francisco C. Krzyzanowski, Milton Kaster,
José de B. França Neto,
José Marcos G. Mandarino, Nilton P. da Costa
e Ademir A. Henning

1.1.1. Estudo da herança genética de lignina em tegumento de semente de soja, através da avaliação do seu percentual em linhas isogênicas provenientes do cruzamento de Doko com Savana

O objetivo dessa pesquisa foi estudar a herança genética referente ao conteúdo de lignina no tegumento de genótipos de soja. Sementes das linhas isogênicas provenientes do cruzamento das cultivares Doko com Savana foram produzidas em casa de vegetação conforme programação prévia proposta. As sementes foram encaminhadas ao laboratório para retirada dos tegumentos e determinação do teor percentual de lignina, executada segundo os procedimentos analíticos propostos.

Foi avaliado o conteúdo percentual de lignina dos dois genótipos, das gerações F2, F3, F4, RF2, RF3 e RF4, perfazendo o total de 960 determinações, cujos resultados sumarizados estão relatados na Tabela 1.1. Com base nos resultados obtidos será calculada a variação genética total, para conhecer a herdabilidade no sentido amplo, a variação genética aditiva para determinar a herdabilidade no sentido restrito e o número de genes envolvidos.



1.2 Proteínas de Choque Térmico e seus Efeitos Sobre a Qualidade da Semente de Soja (04.0.94.327-02)

José de B. França Neto,
Francisco C. Krzyzanowski, Nilton P. da Costa
e Ademir A. Henning

A ocorrência de altas temperaturas (> 30°C) associadas à baixa disponibilidade hídrica, durante a fase de enchimento de grãos da soja, pode resultar em elevados índices de sementes enrugadas. Já foi comprovado que tal enrugamento resulta em drástica redução na qualidade da semente de soja. Caso o nível de enrugamento de grãos venha a ser superior a 8,0%, a indústria moageira aplicará um deságio sobre o preço pago ao produtor, proporcional ao percentual de enrugamento. Verificou-se que a suscetibilidade ao enrugamento é dependente do genótipo avaliado e que algumas cultiva-

TABELA 1.1. Conteúdo percentual de lignina dos progenitores e das gerações subsequentes e respectivos recíprocos. Embrapa Soja, Londrina, PR. 2000.

Identificação	Conteúdo de lignina %
Doko (P1)	5,25
Savana (P2)	4,85
P1 x P2 Geração F2	3,69
P2 x P1 Recíproco RF2	4,84
P1 x P2 Geração F3	5,44
P2 x P1 Recíproco RF3	4,94
P1 x P2 Geração F4	4,79
P1 x P2 Recíproco RF4	5,56

res, como a BR-16, não são suscetíveis ao problema, mesmo nas condições mais estressantes. Suspeita-se que algumas proteínas específicas, como as de choque térmico, possam estar associadas com o mecanismo que regula a tolerância e suscetibilidade dos genótipos de soja ao problema.

Os objetivos do presente subprojeto são: a) selecionar genótipos tolerantes ao enrugamento, bem como verificar os efeitos da época de semeadura sobre a expressão de tal problema; b) desenvolver metodologia padronizada para a seleção de genótipos de soja tolerantes ao enrugamento, em ambiente com condições controladas de temperatura, umidade e luz; c) verificar se as proteínas de choque térmico estão relacionadas à resistência de algumas cultivares de soja ao enrugamento das sementes, devido aos estresses térmico e hídrico; e d) determinar os efeitos desse enrugamento sobre a composição química e mineral do grão de soja, bem como sobre a qualidade do óleo extraído de tais grãos. Diversos des-

ses objetivos já foram alcançados, conforme relatado em anos anteriores.

Durante a sua execução, o subprojeto permitiu concluir que existe relação entre a expressão de algumas proteínas de choque térmico (PCTs) e a tolerância ao enrugamento. Algumas PCTs sintetizadas em plântulas de soja após exposição a condições de estresse térmico foram caracterizadas. Os estudos de campo, realizados em Fênix, PR, permitiram classificar preliminarmente algumas cultivares de soja quanto à tolerância ao enrugamento. Além disso, permitiram verificar que semeaduras precoces (outubro) podem propiciar a produção de grãos com maiores índices de enrugamento. As cultivares precoces e semi-precoces, por apresentarem o período de enchimento de grãos (R5-R6) em época mais quente, são mais sujeitas ao enrugamento do que as cultivares de ciclo médio. Em fitotron, verificou-se que altas temperaturas apresentaram um efeito mais marcante do que a baixa disponibilidade hídrica sobre a expressão do enrugamento. Foi também desenvolvida metodologia de seleção de genótipos de soja sob condições padronizadas, sendo avaliadas diversas cultivares quanto à tolerância ao problema.

Os resultados gerados no subprojeto encontram-se em pleno uso pelo setor produtivo, principalmente no Paraná, onde o problema de enrugamento praticamente não tem mais sido relatado no Estado nos últimos anos. Além disso, os resultados referentes à caracterização dos genótipos de soja quanto à tolerância ao enrugamento foi repassado para a Equipe de Melhoramento da Embrapa Soja,

que pode utilizar tais informações para planejar os cruzamentos, visando o lançamento de cultivares de soja tolerantes ao problema.

1.2.1. Caracterização de genótipos de soja quanto à tolerância ao enrugamento de sementes causado por estresses térmico e hídrico - 1999

O experimento teve o objetivo de caracterizar genótipos de soja quanto à tolerância ao problema do enrugamento, em condições padronizadas de temperatura e de umidade do solo. Foram avaliadas as cultivares Bragg, BR-4, BR-16, BR-36, Embrapa 4, Embrapa 59 e BRS-133. As plantas foram mantidas em casa de vegetação até o estágio R5, quando foram transferidas para fitotron por um período de 30 dias, até o final do enchimento de grãos. As plantas foram mantidas em condições de alta temperatura e baixa disponibilidade hídrica do solo (30% umidade gravimétrica - UG). O regime de temperatura utilizado foi: 28°C (das 17:00 às 8:00 h), 32°C (das 8:00 às 10:00 h), 36°C (10:00 às 14:00 h) e 32°C (das 14:00 às 17:00 h). Após tal período, as plantas foram retornadas à casa de vegetação, onde permaneceram até a colheita.

A exposição das plantas das sete cultivares às condições de estresse durante o enchimento de grãos permitiu a classificação das mesmas quanto à tolerância ao enrugamento, conforme a seguinte escala: AS-Altamente Suscetível: > 50,0% de sementes enrugadas; S-Suscetível: 10,0 a 49,9%; MS-Mediana-mente Suscetível: 2,0 a 4,9%; e T-Toleran-

te: 0 a 1,9%. A cultivar Bragg, considerada altamente suscetível em estudos anteriores, foi utilizada como testemunha. Essa cultivar apresentou índice de sementes enrugadas de 90,2% (Tabela 1.2), confirmando a sua alta suscetibilidade ao enrugamento. A cultivar BR-36 (55,0% de enrugamento) foi também classificada com altamente suscetível. A 'Embrapa 4' (33,1%) foi considerada como suscetível e a 'Embrapa 59' (7,4%) como medianamente suscetível ao problema; a 'BR-4' (4,6%) foi classificada como medianamente tolerante; e a 'BRS-133'

(1,2%) e a 'BR-16' (0,2%) foram classificadas como tolerantes. Deve-se destacar que a cultivar BRS-133, tolerante ao enrugamento, vem se destacando em diversas regiões do Brasil, como produtiva e com grande potencial de aumento de área de cultivo.

Comparando-se a classificação das cultivares previamente avaliadas em campo, conforme relatado em ano anterior, constatou-se que algumas delas apresentaram a mesma classificação: Bragg (sus- cetível), BR-4 (moderadamente toleran- te), BR-16 (tolerante). Entretanto, as cul- tivares BR-36, Embrapa 4

e Embrapa 59, previamente classificadas como mo- deradamente tolerantes, foram agora classificadas como suscetíveis ou mo- deradamente suscetíveis. Devido às condições de estresse padronizadas, impostas às plantas em fitotron durante a fase de enchimento de grãos, a classificação atual é a mais confiável. Deve-se ressaltar que não foi pos- sível avaliar outros genó- tipos de soja quanto à to- lerância ao enrugamento, devido a vários problemas e limitações com os fito- trons e, também, a proble- mas de deficiência nutri- cional que aconteceram algumas vezes. Cinco ex- perimentos que haviam

TABELA 1.2. Teor de enrugamento (%) de sementes e a classificação de 15 cultivares de soja quanto à tolerância ao enrugamento, após terem sido submetidas a condições de estresses térmico e hídrico durante a fase de enchimento de grãos, em condições de fitotron. Embrapa Soja, Londrina, PR. 2000.

Cultivar	Enrugamento - %	Classificação ¹
Bragg	90,2	AS
Forrest	67,8	AS
BR-36	55,1	AS
FT-Guaíra	36,9	S
Embrapa 4	33,1	S
Hartwig	25,6	S
Embrapa 59	7,4	MS
IAS-5	6,8	MS
Embrapa 48	4,8	MT
BR-4	4,6	MT
Embrapa 58	1,4	T
Embrapa 1	1,0	T
BRS-133	1,2	T
BR-16	0,2	T
BRS-132	0,0	T

¹ Classificação: AS-Altamente Suscetível: >50,0%; S-Suscetível: 10,0 a 49,9%; MS-Medianamente Suscetível: 5,0 a 9,9%; MT-Medianamente Tolerante: 2,0 a 4,9%; T-Tolerante: 0 a

sido instalados foram perdidos devido a esses problemas.



1.3 Permeabilidade de Membrana de Célula de Semente de Soja (04.0.94.327-03)

Francisco C. Krzyzanowski,
José de B. França Neto, Nilton P. da Costa,
Ademir A. Henning e Milton Kaster

1.3.1. Deterioração controlada associada com condutividade elétrica

A permeabilidade das membranas celulares de sementes de soja foi avaliada, visando desenvolver metodologia de seleção de genótipos de soja com característica de alta qualidade fisiológica de sementes, visto que esse parâmetro se constitui num dos primeiros eventos do processo de deterioração e que pode ser facilmente aferido em laboratório. A possível existência de variabilidade genética para essa característica torna-a promissora para ser utilizada, quando há a necessidade de avaliar centenas de genótipos, em curto espaço de tempo.

No ano agrícola 98/99, buscou-se avaliar a técnica de deterioração controlada das sementes. A imposição de um método padronizado de deterioração controlada da semente poderá resultar na caracterização de níveis distintos de qualidade da semente de soja, a exemplo do que ocorre no envelhecimento acelerado, mas com um controle preciso do grau de umidade da semente submetida à deterioração. Com o objetivo de estudar o teste de deterioração controlada e a avalia-

ção da qualidade da semente após a imposição do tratamento, sementes de soja da cultivar Embrapa 138, de três lotes com níveis de vigor distintos, alto (86%), médio (76%) e baixo (63%), determinados através do teste de tetrazólio, foram submetidas à deterioração controlada. O grau de umidade das sementes foi ajustado para 15%, através da sua exposição em ambiente com elevada umidade relativa do ar, utilizando-se caixas plásticas com bandeja de tela sobre lâmina de água (40 ml no fundo), colocadas em câmara BOD ajustada a 25°C, até atingir o grau de umidade desejado. Posteriormente, as sementes foram embaladas a vácuo em sacos plásticos impermeáveis, utilizando-se três repetições por nível de vigor. Os sacos plásticos com as sementes foram colocados em posição vertical, pendurados num varal dentro da cuba de água em banho-maria, à temperatura de 40°C, de maneira que todas as sementes ficassem imersas nessa condição por 48 horas. Após, as sementes foram removidas das embalagens e postas, parte para germinar em substrato rolo de papel e parte para embeber diretamente em água a 25°C em bandejas com células individuais, por 24 horas, procedendo-se, a seguir, a leitura da condutividade elétrica (CE) da solução de embebição, utilizando-se um condutímetro de células individuais, ASA 610. O ponto de partição para os resultados de viabilidade foi 90 microamperes. O teste de germinação foi conduzido à temperatura constante de 25°C e a avaliação realizada no quinto dia após a instalação.

A análise de variância dos resultados dos testes de germinação e condutividade elétrica foi altamente significativa. Os coeficientes de variação foram de 5,53% para germinação e de 2,71% para CE. As médias observadas de germinação foram: 91,0%A (alto vigor), 84,0%B (médio vigor) e 68,0%C (Baixo vigor), e as de viabilidade na CE: 96,0%A (alto vigor), 91,0%B (médio vigor) e 83,0%C (baixo vigor), separadas através do teste de Duncan (Tabela 1.3).

Portanto, verificou-se que o teste de deterioração controlada, conforme metodologia descrita foi sensível para distinguir os três níveis de vigor existentes e que a avaliação da qualidade fisiológica das sementes, através do teste de germinação e da CE, foi sensível e precisa para indicar o nível de germinação e de viabilidade das sementes de cada lote.



1.4 Desenvolvimento de Metodologia Alternativa para o Teste de Tetrazólio em Sementes de Soja (04.0.94.327.05)

1.4.1. Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em sementes de soja

Nilton P. da Costa, José de B. França Neto, Francisco C. Krzyzanowski, Ademir A. Henning e José E. Pereira

A avaliação da qualidade da semente de soja é uma etapa extremamente importante no que concerne à tomada de decisões por parte dos produtores de sementes, especialmente por ocasião da colheita, beneficiamento e armazenamento. Nesse contexto, a escolha dos testes a serem utilizados constitui-se em pré-requisito básico para a rápida averiguação da viabilidade dos lotes. Todavia, o setor de sementes ainda não dispõe de um teste que possa diagnosticar com detalhes e precisão a qualidade das sementes em poucas horas. O teste de tetrazólio, apesar de ser amplamente utilizado pelos laboratórios de análise de sementes, ainda apresentava algumas limitações quanto ao período de preparo e pré-condicionamento das sementes, que pode ser superior a 16 horas. Portanto, foram estudadas novas alternativas para a redução do tempo consumido no pré-condicionamento das sementes, que na

TABELA 1.3. Valores médios de germinação e viabilidade (CE) obtidos após a deterioração controlada de sementes de soja, cultivar Embrapa 138. Embrapa Soja, Londrina, PR. 2000.

Níveis de vigor	Germinação (%)	Condutividade elétrica viabilidade (%)
Alto (TZ 1-3 = 86,0 %)	91,0a ¹	96,0a
Médio (TZ 1-3 = 76,0 %)	84,0 b	91,0 b
Baixo (TZ 1-3 = 63,0 %)	68,0 c	83,0 c

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5,0% de probabilidade.

metodologia tradicional era de 16 h à temperatura de 25°C, para períodos inferiores a oito horas de embebição.

O objetivo principal do estudo foi apresentar uma alternativa que viabilizasse um período mais curto de pré-condicionamento das sementes de soja, para permitir a coloração das sementes quando submetidas à solução de tetrazólio, sem que ocorram distúrbios morfológicos e fisiológicos, que possam comprometer a interpretação dos resultados obtidos pelo teste. Além disso, buscou-se testar o efeito da temperatura de 41°C, durante o pré-condicionamento, sobre o mecanismo de embebição de sementes, tentando antecipar a avaliação do teste de tetrazólio para períodos inferiores a 10 h.

Foram avaliados três períodos de embebição (4, 6 e 16 h), dois tamanhos de sementes (média e pequena) e duas temperaturas (25°C e 41°C), durante o pré-condicionamento das sementes. Para a avaliação dos tratamentos, foram empregados os seguintes parâmetros: vigor (TZ 1-3), viabilidade (TZ 1-5), deterioração por umidade (TZ 6-8), dano mecânico (TZ 6-8), lesões de percevejos (TZ 6-8), peso de 100 sementes (g) e grau de umidade das sementes (%). Nos seis anos do estudo, foram avaliadas sementes de 48 genótipos de soja (44 cultivares e quatro linhagens).

O procedimento adotado para a determinação da umidade (%) através da embebição das sementes de todas as cultivares foram, primeiramente, o pré-condicionamento de 200 sementes (quatro sub-amostras com 50 sementes) por repetição, em cada tratamento e cultivar.

As sementes foram colocadas em invólucro de papel toalha, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso, o qual foi colocado em bandeja de tela de arame suspensa sobre 50 ml de água destilada, no interior de uma caixa plástica (gerbox), objetivando manter uniforme a umidade relativa no interior das caixas plásticas. Estas foram, então, fechadas e colocadas em germinadores previamente regulados às temperaturas de 41°C e 25°C, durante os períodos de 4, 6 e 16 h. As temperaturas utilizadas foram selecionadas com base nos resultados obtidos em testes preliminares, onde temperaturas inferiores a 30°C foram consideradas insatisfatórias, porque o umedecimento das sementes não atingiu níveis suficientes para ativação enzimática e a conseqüente coloração adequada após o contato com a solução de tetrazólio. No final de cada período de embebição, as amostras foram retiradas dos germinadores e, de imediato, uma parte (duas sub-amostras de 50 sementes) foi utilizada para avaliação do teor de água, pelo método de estufa (105°C por 24 h). Para a avaliação da metodologia alternativa do tetrazólio, foram empregadas as outras duas sub-amostras de 50 sementes. Após o pré-condicionamento, as amostras foram retiradas e, de imediato, colocadas em copos de plástico de 50 ml, contendo a solução de tetrazólio a 0,075%, e mantidas no escuro em estufa, a 41°C, por duas horas, para o desenvolvimento de coloração. As sementes das cultivares foram avaliadas individualmente, depois de seccionadas longitudinalmente com

uma lâmina de barbear, observando-se o vigor, a viabilidade, a deterioração por umidade, danos mecânicos e lesões de percevejos. Para a análise estatística dos dados obtidos, adotou-se o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições em esquema fatorial. O teste de Tukey ($P \leq 0,05$) foi aplicado para separação de médias.

Os resultados de vigor [TZ (1-3)] e de viabilidade [TZ (1-5)] de sementes de todas as cultivares mostraram que o período de pré-condicionamento de 6h/41°C apresentaram valores estatisticamente semelhantes à testemunha (16h/25°C). Nesse período de condicionamento, foi possível avaliar com nitidez as categorias tanto de vigor como de viabilidade das sementes. Todavia, o período de 4h/41°C de pré-condicionamento afetou severamente a interpretação dos níveis de vigor e de viabilidade das sementes, tendo-se observado que a maioria das cultivares apresentaram sementes com características de mosaico e muitas delas com a tonalidade de coloração totalmente desuniforme em toda extensão do eixo embrionário. Verificou-se, inclusive, uma depressão na região central dos cotilédones, o que dificultou a caracterização dos sintomas, principalmente de danos mecânicos [TZ (6-8)] e de deterioração por umidade [TZ (6-8)] para a maioria das sementes das cultivares testadas. Essa situação indica claramente que o período de pré-condicionamento de 4 h a 41°C apresenta sérias limitações de uso no teste de tetrazólio.

Com relação à determinação dos índices de sementes com sinais de deterio-

ração por umidade no nível [TZ (6-8)], observou-se que o período de pré-condicionamento de 6h/41°C apresentou consistentemente uma caracterização precisa, identificando com nitidez as categorias de sementes com tais lesões, não diferindo estatisticamente quando a avaliação foi realizada pelo método tradicional de pré-condicionamento de 16h/25°C (testemunha) para todas as cultivares analisadas. Por sua vez, o período de condicionamento de 4h/41°C afetou seriamente o desenvolvimento de coloração das sementes, com grande variabilidade de tonalidade, dificultando a leitura e a interpretação dos níveis de qualidade para a maioria das cultivares testadas. O aparecimento dessa desuniformidade de coloração pode ser atribuída ao menor espaço de tempo durante a etapa de pré-condicionamento, o qual não permite uma embebição adequada das estruturas cotilédones e embrionárias, que possibilite o desenvolvimento de uma adequada reação do sal de tetrazólio e posterior desenvolvimento de coloração dos tecidos das sementes.

Quanto aos índices de danos causados por percevejos no nível [TZ (6-8)], não ocorreram problemas de interpretação, tanto para os períodos de 6h/41°C quanto para o de 4h/41°C. Com relação ao tamanho de sementes, verificou-se, para a maioria das cultivares, que o tamanho da semente não afetou o mecanismo de embebição, não afetando, portanto, o processo de coloração das sementes pela metodologia alternativa do teste de tetrazólio. Dessa maneira, pode-se inferir que tanto as sementes de ta-

manho médio (peso entre 12,0 a 14,5g) como as de tamanho grande entre (14,6 a 20,0g) não apresentaram efeitos sobre os períodos de condicionamento (4h/41°C e 6h/41°C) e consequentemente não foi constatada alteração na identificação das categorias de vigor, viabilidade, danos mecânicos, deterioração por umidade e de lesões por percevejos.

1.4.2. Estádio crítico do grau de umidade de sementes de soja para o desenvolvimento de coloração no teste de tetrazólio

A avaliação do vigor da semente de soja como rotina na indústria sementeira tem evoluído sistematicamente à medida que os testes disponíveis vêm sendo aperfeiçoados, fornecendo maior precisão e reprodutibilidade dos resultados, o que é de extrema importância na tomada de decisões nos sistemas de produção e comercialização das sementes. Testes de vigor apresentam grandes perspectivas de uso no controle de qualidade para evitar a comercialização de sementes de qualidade inadequada. Todavia, o emprego de métodos rápidos e confiáveis em programas de controle de qualidade torna-se imprescindível para a determinação do vigor e de outras características que envolvam a qualidade fisiológica do lote. Entretanto, apesar de sua importância, o atual método do teste de tetrazólio implica num período mínimo de 16 h à 25°C de pré-condicionamento (tempo de embebição), para a sua realização.

A literatura tem indicado que temperaturas superiores a 40°C podem incrementar o mecanismo de absorção de água

pelas sementes durante a etapa de condicionamento, condição fundamental para a aceleração do desenvolvimento da coloração das sementes pelo teste de tetrazólio. Esse período pode ser considerado como relativamente longo e pode dificultar a geração de informação, especialmente, quando há urgência na obtenção de resultados. Mediante essa situação, esta pesquisa visou determinar o estágio crítico de umidade de sementes, para que ocorra a coloração das sementes de soja submetidas ao teste de tetrazólio.

Foram utilizadas sementes das cultivares Davis, Embrapa 3, IAC-12, BR-30, BR-37, Embrapa 1, FT-Manacá, OCEPAR 4, BR-16, OCEPAR 10, Numbaíra, FT-Estrela, BR-13, IAS-5, Embrapa 48, FT-Abyara, OCEPAR-13, OCEPAR-14, OCEPAR-16, OCEPAR-17, FT-5, Paranagoiana, BR-38, Embrapa 20 e BR-9, produzidas na safra 1998/99 e provenientes dos ensaios de melhoramento da Embrapa Soja. Os parâmetros avaliados foram grau de umidade (%) e vigor (TZ (1-3)). Os procedimentos adotados para a embebição das sementes foram, primeiramente, o pré-condicionamento em invólucro de papel toalha, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso, o qual foi colocado em bandeja de tela de arame suspensa sobre 50 ml de água destilada, no interior de uma caixa plástica (gerbox), objetivando manter uniforme a umidade no interior das caixas. Estas foram, então, fechadas e colocadas em germinadores regulados a 41°C, pelos períodos de 4 e 6 h. Após cada período de embebição, avaliou-se o grau de umidade das sementes,

em estufa a 105°C por 24 h, empregando-se duas sub-amostras de 50 sementes. Para a análise de vigor [TZ (1-3)], utilizaram-se as outras duas sub-amostras de sementes de cada cultivar.

Verificou-se que o período de 6h/41°C de pré-condicionamento elevou o grau de umidade das sementes de todas as cultivares para a faixa de 27%, permitindo um desenvolvimento de boa nitidez pelo tetrazólio, que resultou na leitura, na interpretação e na identificação dos níveis vigor [TZ (1-3)]. Todavia, os dados correspondentes ao período de 4h/41°C afetaram sensivelmente a leitura e a interpretação dos índices de vigor, pois ocorreu o aparecimento de manchas do tipo mosaico em toda estrutura embrionária das sementes de quase todas as cultivares, que afetaram seriamente a leitura e interpretação do vigor das sementes.

De maneira geral, pode-se concluir que o uso do período de pré-condicionamento de 6h/41°C acelera os processos metabólicos de embebição das sementes, permitindo a execução do teste de tetrazólio em período relativamente curto, permitindo agilizar o sistema operacional dos laboratórios de sementes do Brasil.

1.4.3. Previsão da emergência a campo de lotes de sementes de soja, através dos resultados de vigor obtidos pelo teste de tetrazólio - safra 1999

O teste de tetrazólio é um dos testes mais completos para a análise da qualidade das sementes de soja, em virtude das informações fornecidas pelo teste, tais como, vigor, viabilidade, índices de danos mecânicos, de deterioração por

umidade e de danos causados por percevejos. O fornecimento do diagnóstico das possíveis causas da baixa qualidade das sementes tem sido o grande responsável pelo elevado índice de adoção do teste no Brasil, pois, além de apontar os problemas de redução de qualidade das sementes, o teste, quando aplicado nas diversas etapas do sistema de produção, pode identificar os pontos de origem desses problemas, permitindo que ações corretivas sejam adotadas, resultando na produção de sementes de alta qualidade. A Embrapa Soja publicou dois manuais sobre o teste e ofereceu treinamento sobre o mesmo para mais de 1.000 pessoas. Além disso, a ABRATES - Associação Brasileira de Tecnologia da Sementes lançou em 1999 o livro "Vigor de Sementes: Conceitos e Testes", onde o teste de tetrazólio ocupa posição de destaque, incluindo metodologia para soja, milho, feijão, algodão e amendoim.

Apenas recentemente, através do presente subprojeto, foram iniciados estudos que relacionam os resultados desse teste com os de emergência a campo. O setor produtivo de sementes de soja tem demandado tal tipo de informação, que, caso disponível, em muito contribuirá para aumentar a precisão de semeadura da soja, além de possibilitar uma melhor avaliação da qualidade dos lotes de sementes pouco antes de sua comercialização. O presente experimento teve como objetivo principal verificar a possibilidade da utilização dos dados de vigor e de viabilidade, fornecidos pelo teste de tetrazólio, para prever a emergência a campo de sementes de soja.

Em 1999, 249 amostras de sementes de soja de diversas cultivares, produzidas em várias regiões brasileiras, foram utilizadas no estudo. Essas amostras foram submetidas ao teste de tetrazólio em outubro. Em novembro, foi realizada a avaliação da emergência a campo: cada lote foi avaliado através de quatro subamostras de 100 sementes, semeadas, cada uma, em uma linha de 4,0 m. As sementes utilizadas foram previamente tratadas com a mistura dos fungicidas thiabendazol e thiram, na dose de 17 g + 70 g dos princípios ativos por 100 kg de sementes.

As condições climáticas durante a execução da avaliação de emergência a campo não foram as ideais, pois ocorreu um período de elevadas temperaturas e seca. Além disso, em decorrência do intenso veranico ocorrido em novembro, o sistema de irrigação da Embrapa Soja teve de ser suspenso durante a execução da avaliação, devido ao baixo nível de água no reservatório da fazenda, resultando em períodos de deficiência hídrica pós-semeadura, que foram estressantes aos processos de germinação e de emergência de plântulas. A temperatura do solo durante a avaliação da emergência foi monitorada em três profundidades, com tele-termógrafo: 3,0; 5,0 e 7,0 cm. A temperatura do solo a 5,0 cm (profundidade média de semeadura) foi muito elevada durante a execução do teste e seus valores máximos oscilaram entre 25°C a 45°C no período de 25 dias após a semeadura, temperaturas essas consideradas acima do ideal para a expressão do potencial máximo de emergência a cam-

po. A avaliação da emergência foi realizada aos 25 dias após a semeadura.

Foram calculadas as regressões entre os resultados de emergência a campo e os de vigor e viabilidade, obtidos pelo teste de tetrazólio, que são relatadas a seguir:

Emergência e TZ-Vigor:

$$Y = 0,645x + 28,788$$

$$R^2 = 0,77 ***$$

Emergência e TZ-Viabilidade:

$$Y = 0,905x - 3,028$$

$$R^2 = 0,79 ***$$

Deve-se destacar que a regressão envolvendo os dados de TZ-Vigor foi muito semelhante à obtida em 1997, com 197 amostras de sementes não tratadas, semeadas em condições de temperatura e umidade do solo próximas às ideais, e também com a obtida em 1998, através da avaliação de 76 amostras de sementes tratadas:

1997: Emergência e TZ-Vigor:

$$Y = 0,717x + 28,669$$

$$R^2 = 0,80 ***$$

1998: Emergência e TZ-Vigor:

$$Y = 0,729x + 30,025$$

$$R^2 = 0,81 ***$$

Com relação às regressões obtidas nos três anos de estudo entre o percentual de emergência a campo e os valores de TZ-Viabilidade, destaca-se que a inclinação da reta obtida foi semelhante em todos os casos (variando de 0,905 a

0,983), porém, houve ligeira variação nos valores dos pontos de inserção (de -0,944 a -3,028):

1997: Emergência e TZ-Viabilidade:

$$Y = 0,947x - 0,944$$

$$R^2 = 0,76 ***$$

1998: Emergência e TZ-Viabilidade:

$$Y = 0,983x - 1,965$$

$$R^2 = 0,86 ***$$

Através da análise conjunta dos dados obtidos nos três anos do estudo, ou seja, utilizando-se as informações obtidas com as 197 amostras de 1997, as 76 de 1998 e as 246 de 1999, totalizando 519 amostras, foram obtidas as seguintes equações de regressão:

Emergência e TZ-Vigor:

$$Y = 0,686x + 28,879$$

$$R^2 = 0,76 ***$$

Emergência e TZ-Viabilidade:

$$Y = 0,927x - 1,596$$

$$R^2 = 0,75 ***$$

A regressão obtida entre emergência a campo e TZ-Vigor foi muito próxima das obtidas nos três anos, o que caracteriza uma boa reprodutibilidade das referidas equações. Comparando-se as equações obtidas para a relação emergência e TZ-Viabilidade, verifica-se uma variabilidade nos valores do ponto de inserção da reta.

Assim sendo, e apesar de todas as variações observadas durante os estudos, pode-se verificar preliminarmente que a

utilização do índice de vigor fornecido pelo teste de tetrazólio pode ser utilizada com relativa segurança para prever o potencial de emergência a campo de lotes de sementes. Verificou-se que tal segurança é maior quando são utilizados lotes de sementes com vigor alto e muito alto (> 75,0%). À medida que a qualidade, medida pelo vigor obtido pelo tetrazólio, cai, a precisão da referida equação tende a ser reduzida. Isso não implica em séria limitação à aplicação da equação, uma vez que a grande maioria dos lotes de sementes que são comercializados apresentam TZ-Vigor acima de 75,0%.

1.4.4. Experimento: Utilização do teste de envelhecimento acelerado para prever a emergência a campo de lotes de sementes de soja - safra 1999

O presente experimento foi realizado para verificar se os resultados obtidos com o teste de envelhecimento acelerado podem ser utilizados como os obtidos pelo teste de tetrazólio, para prever o potencial de desempenho a campo quanto à emergência de plântulas.

O teste de envelhecimento acelerado (EA) é normalmente utilizado para prever o potencial de armazenamento de sementes de soja. A metodologia recomendada envolve um período de 48 h de exposição ao envelhecimento, sob temperatura constante de 41°C a 100% de umidade relativa (UR) do ar. Entretanto, assim como para o teste de tetrazólio, são poucas as informações disponíveis que possibilitam a previsão do potencial de emergência a campo de sementes de soja através do EA. Dados preliminares

produzidos pela Embrapa Soja com um reduzido número de amostras de sementes de soja nos anos de 1983 e 1984 indicaram que o teste de EA poderia ser utilizado como um bom indicativo para estimar a emergência a campo, quando o teste era realizado por ocasião da época de semeadura. Para tanto, o período de exposição das sementes ao EA deveria ser reduzido de 48 para 24 h. Tal possibilidade foi parcialmente confirmada em 1998, com 36 amostras de sementes de soja de diversas cultivares. O objetivo do presente experimento foi o de verificar a possibilidade da utilização dos teste de EA para prever a emergência a campo de sementes de soja.

Duzentas e quarenta e nove amostras de sementes de soja de diversas cultivares, produzidas em várias regiões brasileiras foram utilizadas. Essas amostras foram submetidas ao teste de EA (24h/41°C/100%UR) cerca de vinte dias antes da semeadura a campo, que ocorreu em 22 de novembro de 1999. Antes da semeadura, as amostras de sementes foram tratadas com a mistura dos fungicidas thiabendazol e thiram, na dose de 17 g + 70 g dos princípios ativos por 100 kg de sementes. A avaliação da emergência de plântulas foi realizada, utilizando-se de quatro sub-amostras de 100 sementes para cada amostra, semeadas, cada uma, em uma linha de 4,0 m de comprimento. Apesar de ter sido suprida irrigação suplementar, as condições de campo foram aquém das ideais, uma vez que ocorreu um período de intenso verão após a semeadura e o sistema de irrigação não esteve disponível durante

todo o período da avaliação, devido ao baixo nível de água do reservatório da Embrapa Soja. Além disso, as temperaturas de solo constatadas foram elevadas: a 5,0 cm de profundidade (profundidade média de semeadura) as temperaturas máximas registradas variaram de 25°C a 45°C no período de 25 dias após a semeadura, temperaturas essas consideradas acima do ideal para a expressão do potencial máximo de emergência a campo. A avaliação da emergência foi realizada aos 25 dias após a semeadura.

A regressão entre os resultados de emergência a campo e os de vigor, obtidos pelo teste de EA, foi obtida:

Emergência e EA (24h):

$$Y = 0,5409x + 32,370$$

$$R^2 = 0,77 ***$$

Deve-se destacar que a presente regressão foi muito similar à obtida em 1998, onde foram avaliadas 36 amostras de sementes tratadas com fungicidas:

1998: Emergência e EA (24h):

$$y = 0,6225x + 30,509$$

$$R^2 = 0,87 ***$$

Assim sendo, constatou-se que o teste de EA mostrou-se eficaz para prever a emergência de sementes de soja para a grande maioria das amostras avaliadas, mesmo sob as condições estressantes de temperatura e de umidade do solo ocorridas durante a execução da avaliação. Avaliações adicionais devem ser realizadas na próxima safra.

1.5 Metodologia Alternativa para o Teste Padrão de Germinação de Sementes de Soja (04.0.94.327-06)

José de B. França Neto;
Francisco C. Krzyzanowski; Ademir A. Henning
e Nilton P. da Costa

A avaliação da germinação de sementes de soja pode ser determinada em substrato de rolo de papel ou em areia. Porém, o método do rolo de papel, devido à sua simplicidade, facilidade e menor custo, é utilizado por todos os laboratórios de análise de sementes de soja no Brasil. Entretanto, tal método pode apresentar sérias deficiências técnicas: sementes de boa qualidade podem ter baixos índices de germinação, ao passo que no solo podem apresentar bons índices de germinação e emergência. Uma vez que este teste é utilizado oficialmente para fins de comercialização, esta limitação implica em que grande número de lotes de sementes de soja de boa qualidade possam ser descartados anualmente para a indústria de grãos.

Problemas dessa natureza têm ocorrido com sementes das cultivares BR-16 e Embrapa 48, devido a problemas de danos de embebição. Essas limitações foram parcialmente superadas, através de trabalhos e recomendações realizadas pela Embrapa Soja desde 1993, recomendações essas que salvaram a cultivar BR-16, que chegou a ser a mais cultivada no Paraná e no Brasil. Entretanto, permanece a dúvida se essas limitações vêm também ocorrendo com sementes de outras cultivares de soja utilizadas no Brasil.

Assim, os objetivos desse subprojeto são: a) determinar métodos alternativos

para a correta avaliação da germinação de sementes de soja; b) procurar caracterizar os fatores fisiológicos ligados aos elevados percentuais de anormalidade de plântulas da cultivar BR-16 durante a execução do teste de germinação; c) identificar quais as cultivares de soja que também estão sujeitas ao dano de embebição, que ocorre no teste padrão de germinação e sugerir metodologias alternativas para superar o problema.

1.5.1. Avaliação da suscetibilidade das principais cultivares de soja utilizadas no Brasil ao dano de embebição no teste padrão de germinação

O presente experimento teve como objetivo verificar se há, dentre as principais cultivares de soja utilizadas nas regiões produtoras do Brasil, alguma outra, além da BR-16, que seja sensível ao dano de embebição no teste de germinação padrão. Durante a execução deste subprojeto, foram avaliados 45 genótipos de soja, quanto à suscetibilidade ao dano de embebição: FT-Abyara, OCEPAR 10, OCEPAR 14, IAC-15, IAC-17, IAS-5, EMGOPA-309, CAC-1, FT-Estrela, EMGOPA-313, EMGOPA-308, OCEPAR 13, RS 7-Jacuí, Dourados, FT-Jatobá, BR-16, BR-37, Embrapa 4, Embrapa 20 (Doko RC), Embrapa 30, Embrapa 48, Embrapa 58, Embrapa 59, Embrapa 60, Embrapa 61, Embrapa 62, Embrapa 63 (Mirador), Embrapa 64, Embrapa 66, Embrapa 133, Embrapa 134, Embrapa 136, Embrapa 138, BRS-153, MT/BR-45 (Paiaguás), MT/BR-49 (Pioneira), MT/BR-50 (Parecis), MT/BR-51 (Xingu), MT/BR-53 (Tucano), MT/BR 55 (Uirapuru), MT/

BR 63 (Pintado), MG/BR-46, BR 92-36401 e PF 93-123. Desses, apenas as cultivares BR-16, Embrapa 48, Embrapa 63 (Mirador), Dourados, FT-Jatobá e OCEPAR 10 foram suscetíveis ao problema.

O subprojeto permitiu o desenvolvimento de metodologias alternativas para a análise de germinação de sementes de soja de cultivares sensíveis ao dano de embebição. Duas metodologias alternativas foram recomendadas pela Embrapa Soja e adotadas pelos laboratórios de análise de sementes, principalmente no Paraná, onde o problema é mais acentuado: a) para os lotes de sementes que apresentem problemas de germinação em virtude da ocorrência de altos índices de plântulas anormais (anormalidade de radícula, após a aplicação da metodologia tradicional), realiza-se o pré-condicionamento da amostra de semente em ambiente úmido antes de semeá-la em substrato rolo-de-papel. O pré-condicionamento consiste na colocação das sementes em "gerbox" com tela (do tipo utilizado no teste de envelhecimento precoce), contendo 40 ml de água, pelo período de 16 a 24 h a 25°C. Em seguida, as sementes são semeadas em rolo-de-papel, conforme prescrevem as Regras de Análise de Sementes; b) realização do teste de germinação em substrato de areia, sem a necessidade do pré-condicionamento das sementes. No Paraná, a CLASPAR também adotou uma terceira alternativa, a utilização do teste de tetrazólio para a avaliação da viabilidade de lotes de sementes que estejam apresentando o problema de dano de embebição.

Segundo informações fornecidas pela CLASPAR e por algumas cooperativas, a utilização da metodologia alternativa recomendada pela Embrapa Soja tem propiciado, desde sua adoção, o reaproveitamento de aproximadamente 15% de todo o volume de sementes de soja 'BR-16' e de 'Embrapa 48' produzidas em cada safra, o que significa um retorno financeiro aos produtores de sementes do Paraná de cerca de R\$2,1 milhões/ano, totalizando, nos seis anos de sua adoção, em cerca de R\$12,6 milhões.



1.6 Embalagem de Sementes de Soja para Armazenamento em Regiões Tropicais e Subtropicais (04.0.94.327-07)

Ademir A. Henning, José de B. França Neto, Francisco C. Krzyzanowski, Nilton P. da Costa, Elisabeth A. F. Mendonça¹, Maria C. F. Albuquerque¹ e Paula C. Francovig²

A preservação da qualidade da semente de soja armazenada em regiões tropicais e subtropicais é um dos maiores obstáculos para a expansão da cultura. As altas temperaturas associadas à elevada umidade relativa do ar causam a rápida perda da viabilidade. O armazenamento de sementes em ambientes climatizados, apesar de eficiente, é antieconômico e muitas vezes inviável nas áreas mais problemáticas. Assim, novas técnicas, como o encapsulamento de semen-

¹ Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT.

² Universidade Estadual de Londrina, Bolsista de Aperfeiçoamento do CNPq.

tes com polímeros sintéticos ou a utilização de embalagens plásticas impermeáveis ao vapor de água são alternativas que podem solucionar o problema de armazenamento de sementes de soja nessas regiões. Após a comprovação da não necessidade da utilização de embalagens plásticas com atmosfera rarefeita (-15 bar), foram testadas embalagens plásticas impermeáveis comerciais (sacos de 40 kg), na safra 1997/98, em três localidades: Cuiabá e Rondonópolis (MT) e Teresina (PI).

Os resultados obtidos na safra 1997/98 demonstraram que as embalagens plásticas de 40 kg, apesar de não terem propiciado resultados altamente satisfatórios, do ponto de vista agrônomo, garantiram melhor qualidade das sementes. Aparentemente, houve enfraquecimento das embalagens plásticas, que apresentaram sinais de desgaste nos pontos de atrito, que podem ter facilitado as trocas gasosas com o ambiente. O plástico utilizado mostrou falta de resistência nas embalagens de 40 kg, sendo observadas rupturas e desgastes em diversos pontos dos sacos, razão pela qual embalagens de 25 kg foram preparadas em Londrina, PR, sendo 12 sacos plásticos e 12 sacos de papel multifolhado (três sacos por repetição por época de amostragem). As sementes foram armazenadas na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, em Cuiabá, MT, entre 10 de novembro de 1998 e 10 de julho de 1999. As amostras (aproximadamente 0,5 kg) foram coletadas a cada dois meses (entre janeiro/99 e julho/99) e enviadas a Londrina

em embalagens impermeáveis, para as avaliações do grau de umidade (estufa 105°C/24h); qualidade fisiológica, determinada pelo teste de tetrazólio (viabilidade, vigor, danos mecânicos e deterioração por umidade); germinação, emergência em areia e qualidade sanitária, através do método do papel de filtro (22°C por sete dias, sob luz fluorescente branca). Foi empregado o delineamento completamente casualizado e as análises estatísticas efetuadas através de análise de variância, sendo as médias separadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos demonstraram, claramente, as vantagens das embalagens de plástico sobre as de papel multifolhado. O grau de umidade das sementes, inicialmente de 7,4%, elevou-se gradativamente, atingindo 9,0% após os oito meses de armazenamento. Por outro lado, nas sementes embaladas em sacos de papel, a elevação do grau de umidade foi mais acentuada em todas as épocas, atingindo 12,7% após oito meses (Tabela 1.4). Paralelamente, o índice de sementes deterioradas (tetrazólio 6-8), a partir do quarto mês de armazenagem, foi significativamente superior nas sementes acondicionadas em sacos de papel. Esse índice atingiu 97,3% após oito meses, enquanto que nas sementes armazenadas em sacos plásticos o mesmo foi de 21% (Tabela 1.5). O vigor, avaliado pelo teste de tetrazólio (Tabela 1.6), que era inicialmente de 76% (médio), decresceu mais acentuadamente nas sementes em embalagens de papel após o quarto mês de armazenagem, atingindo 1,3% no oitavo mês, enquanto que as sementes das

TABELA 1.4. Efeito do período de armazenamento sobre o grau de umidade de sementes de soja 'Embrapa 62', secadas a 7,42% de umidade e armazenadas por oito meses em Cuiabá, MT. Embrapa Soja, Londrina, PR. 2000.

Tipo de embalagem	Grau de umidade (%)				
	Época de amostragem				
	10/Nov	10/Jan	10/Mar	10/Mai	10/Jul
Plástica	7,4	7,1a	7,9a	8,0a	9,0a
Papel	7,4	8,9 b	12,1 b	12,2 b	12,7 b
C.V.%	–	6,7	4,5	1,3	5,6

TABELA 1.5. Efeito do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade (6-8), determinada pelo teste de tetrazólio, em sementes de soja 'Embrapa 62', secadas a 7,4% de umidade e armazenadas por oito meses em Cuiabá, MT. Embrapa Soja, Londrina, PR. 2000.

Tipo de embalagem	TZ-Deterioração por umidade (6 - 8) (%)				
	Época de amostragem				
	10/Nov	10/Jan	10/Mar	10/Mai	10/Jul
Plástica	4,7ns	1,0ns	11,3a	21,3a	21,0a
Papel	4,7	2,0	33,0 b	54,3 b	97,3 b
C.V.%	–	47,1	16,1	8,5	5,9

TABELA 1.6. Efeito do período de armazenamento sobre o vigor, determinado pelo teste de tetrazólio, em sementes de soja 'Embrapa 62', secadas a 7,4% de umidade e armazenadas por oito meses em Cuiabá, MT. Embrapa Soja, Londrina, PR. 2000.

Tipo de embalagem	TZ-Vigor (%)				
	Época de amostragem				
	10/Nov	10/Jan	10/Mar	10/Mai	10/Jul
Plástica	76,0	77,7ns	69,0a	58,3a	52,3a
Papel	76,0	74,7	44,0 b	25,3 b	1,3 b
C.V.%	–	4,6	10,5	11,9	15,5

embalagens plásticas apresentavam 52,3% de vigor. De maneira similar, a viabilidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tabela 1.7) e a germinação (Ta-

bela 1.8) e a emergência em areia (Tabela 1.11) foram significativamente superiores para as sementes em embalagens plásticas, já após o quarto mês de arma-

TABELA 1.7. Efeito do período de armazenamento sobre a viabilidade, determinada pelo teste de tetrazólio, em sementes de soja 'Embrapa 62', secadas a 7,4% de umidade e armazenadas por oito meses em Cuiabá, MT. Embrapa Soja, Londrina, PR. 2000.

Tipo de embalagem	TZ-Viabilidade (%)				
	Época de amostragem				
	10/Nov	10/Jan	10/Mar	10/Mai	10/Jul
Plástica	91,0	91,3ns	86,3a	75,0a	76,3a
Papel	91,0	89,7	64,0 b	43,0 b	5,0 b
C.V.%	–	3,2	4,1	3,4	8,0

TABELA 1.8. Efeito do período de armazenamento sobre a germinação de sementes de soja 'Embrapa 62', secadas a 7,4% de umidade e armazenadas por oito meses em Cuiabá, MT. Embrapa Soja, Londrina, PR. 2000.

Tipo de embalagem	Germinação (%)				
	Época de amostragem				
	10/Nov	10/Jan	10/Mar	10/Mai	10/Jul
Plástica	91,0	83,3ns	71,5a	73,5a	69,4a
Papel	91,0	84,3	55,0 b	55,0 b	0,2 b
C.V.%	–	2,7	7,8	4,4	10,2

zenagem. Finalmente, o vigor, determinado pelo teste de envelhecimento acelerado (41°C/24h), comprovou, mais uma vez, a superioridade das embalagens plás-

ticas em relação às de papel multifolhado a partir do quarto mês (Tabela 1.9) e já no segundo mês de armazenagem, quando empregou-se 41°C/48h (Tabela 1.10).

TABELA 1.9. Efeito do período de armazenamento sobre o vigor, determinado pelo teste de envelhecimento acelerado (41°C/24h), em sementes de soja 'Embrapa 62', secadas a 7,4% de umidade e armazenadas por oito meses em Cuiabá, MT. Embrapa Soja, Londrina, PR. 2000.

Tipo de embalagem	Envelhecimento acelerado (41°C/24h) (%)				
	Época de amostragem				
	10/Nov	10/Jan	10/Mar	10/Mai	10/Jul
Plástica	79,5	77,0ns	68,7a	58,3a	37,5a
Papel	79,5	78,2	29,7 b	0,7 b	0,0 b
C.V.%	–	3,6	18,9	7,5	13,2

TABELA 1.10. Efeito do período de armazenamento sobre o vigor, determinado pelo teste de envelhecimento acelerado (41°C/48 h), em sementes de soja 'Embrapa 62', secadas a 7,4% de umidade e armazenadas por oito meses em Cuiabá, MT. Embrapa Soja, Londrina, PR. 2000.

Tipo de embalagem	Envelhecimento acelerado (41°C/48h) (%)				
	Época de amostragem				
	10/Nov	10/Jan	10/Mar	10/Mai	10/Jul
Plástica	66,7	60,0a	44,0a	11,2a	14,3a
Papel	66,7	53,8 b	10,2 b	0,0 b	0,0 b
C.V.%	–	4,2	15,2	25,6	32,8

TABELA 1.11. Efeito do período de armazenamento sobre a emergência em areia de sementes de soja 'Embrapa 62', secadas a 7,4% de umidade e armazenadas por oito meses em Cuiabá, MT. Embrapa Soja, Londrina, PR. 2000.

Tipo de embalagem	Emergência em areia (%)				
	Época de amostragem				
	10/Nov	10/Jan	10/Mar	10/Mai	10/Jul
Plástica	82,2	75,1ns	78,1a	76,3a	54,2a
Papel	82,2	73,4	54,2	26,9 b	0,0 b
C.V.%	–	5,3	15,8	2,8	16,0

Em resumo, ficou demonstrada a viabilidade da utilização de embalagens plásticas impermeáveis para o armazenamento de sementes de soja em regiões quentes e úmidas, desde que essas sejam secadas a teores de umidade inferiores a 9%. Cuidados especiais devem ser tomados na hora da secagem da semente para não provocar danos mecânicos às mesmas. Deve-se dar preferência aos secadores estacionários e movimentar o mínimo possível as sementes. Quanto aos sacos plásticos, os mesmos devem ser resistentes e permitir boa vedação (solda quente) para reduzir ao máxi-

mo a possibilidade da troca de umidade com o ambiente.



1.7 Proteínas Biotinizadas e a Qualidade da Semente de Soja (04.0.94.327-08)

José de B. França Neto,
Francisco C. Krzyzanowski e Sherlie H. West¹

A qualidade fisiológica da semente de soja é dependente da interação de diver-

¹ Universidade da Flórida, Gainesville, FL, E.U.A.

sos fatores, cuja ação pode resultar em sua deterioração. A deterioração da semente de soja é resultante de diversos processos físicos, patológicos e bioquímicos. Bioquimicamente, o metabolismo e a ação de diversas macromoléculas estão relacionados com o processo de deterioração. Dentre essas macromoléculas, destacam-se enzimas e proteínas específicas, como é o caso das proteínas de choque térmico. Recentemente, foi relatada a presença de um outro grupo de proteínas associadas à biotina, que podem estar relacionadas com a tolerância das sementes à dessecação. Assim como as proteínas de choque térmico (PCTs), as proteínas biotinizadas das sementes (PBSs) podem também estar correlacionadas com a qualidade das sementes de soja.

Pretendia-se verificar, através do presente subprojeto, se há alguma relação entre a expressão das PBSs e a qualidade das sementes de soja. Seria, também, verificada a possibilidade da utilização da expressão das PBSs como ferramenta adicional para a identificação de genótipos de soja, verificando-se se o perfil eletroforético das PBSs em Western Blots permite a caracterização dos diferentes genótipos testados. Como um objetivo adicional, pretendia-se estudar em detalhes a expressão de tais PBSs durante o processo de germinação das sementes de soja.

O subprojeto permitiu que as seguintes conclusões fossem alcançadas: o acúmulo de algumas PBSs coincide com o desenvolvimento da tolerância das se-

mentes à dessecação, que ocorreu aos 47 dias após a floração; porém, tal acúmulo não explica totalmente o processo de tolerância à dessecação; ocorrem nítidas mudanças nas associações de biotina a diversas proteínas presentes na semente de soja, durante os processos de embebição e de germinação; a caracterização de cultivares de soja através da expressão de proteínas biotinizadas não pode ser comprovada, uma vez que, de maneira geral, não foram observadas diferenças marcantes quanto à expressão dessas proteínas entre diversas cultivares de soja.



1.8 Experimentos não Constantes do Projeto

1.8.1. Controle de qualidade de sementes e de grãos de soja produzidos em quatro estados brasileiros

Nilton P. da Costa, Cezar de M. Mesquita, Antoninho C. Maurina¹, José R. Bordignon, José M. G. Mandarino, José de B. França Neto, Francisco C. Krzyzanowski, Ademir A. Henning e José E. Pereira

A qualidade de sementes de soja produzidas em algumas regiões do Brasil tem apresentado sérios problemas de qualidade, o que tem ocasionado prejuízos significativos para o setor sementeiro brasileiro. O controle de qualidade de sementes e dos grãos não têm recebido a devida atenção por parte dos produto-

¹ Emater-PR, Curitiba.

res, resultando na obtenção de produtos de qualidade comprometida, em função da baixa germinação, baixo vigor, elevados índices de danos mecânicos, elevados percentuais de sementes deterioradas e crescentes índices de lesões por percevejos. Deve-se enfatizar que os fatores acima mencionados, além de afetar a qualidade da semente produzida, pode comprometer o controle da qualidade do grão produzido para fins industriais. Desta forma, essa pesquisa teve como objetivos: 1) avaliar a qualidade das sementes e dos grãos produzidos em diferentes regiões produtoras de soja do Brasil; 2) determinar os fatores de campo responsáveis pela baixa qualidade fisiológica da semente colhida; 3) determinar as regiões de condições climáticas mais favoráveis para a produção de sementes com elevado potencial fisiológico.

Para avaliar a qualidade das sementes, provenientes de diferentes regiões do Brasil, foram empregados os testes de quebra de sementes/grãos, ruptura de tegumento, germinação padrão, tetrazólio, teor de óleo e índice de acidez do grão.

Os resultados médios indicaram que o Sul do Paraná e o Rio Grande do Sul apresentaram uma melhor qualidade de sementes para todas as cultivares analisadas, tanto em função do vigor como da viabilidade determinados pelo teste de tetrazólio. Porém, as sementes produzidas em Minas Gerais e Goiás apresentaram menores índices de germinação, vigor e viabilidade.

1.8.2. Avaliação da qualidade física de sementes produzidas em cinco estados produtores de soja do Brasil

Nilton P. da Costa, Cezar de M. Mesquita, Antoninho C. Maurina¹, José de B. França Neto, Francisco C. Krzyzanowski, Ademir A. Henning e José E. Pereira

A qualidade física de sementes de soja produzida no Brasil tem apresentado sérios problemas de quebras, ruptura de tegumentos e injúria mecânica. Esses fatores, associados à deterioração por umidade e lesões por percevejos, podem comprometer tanto a qualidade fisiológica da semente, como a qualidade industrial do grão para fins de produção de óleo e proteínas, inclusive podendo elevar o grau de acidez do óleo da soja. A literatura mostra que diversas práticas consideradas inadequadas, adotadas pelos produtores de soja, têm contribuído de maneira acentuada no declínio da qualidade da soja brasileira. O fato é decorrente da colheita em período de altos índices pluviiais, falta de manejo adequado de pragas (alta incidência de percevejos) e falta de ajustes do sistema de trilha (cilindro e côncavo). Os objetivos dessa pesquisa foram: 1) avaliar a qualidade física da semente de soja a nível de produtor; 2) observar os ajustes do sistema de trilha da colhedora, que têm provocado os maiores índices de quebras de sementes no Brasil; 3) correlacionar a incidência de danos mecânicos, determinados pelo teste de tetrazólio, com os percentuais de acidez de óleo ou da farinha de soja; 4) avaliar as causas e conseqüências dos

¹ Emater-PR, Curitiba.

elevados valores de ruptura de tegumento sobre a qualidade das sementes e dos grãos de soja produzidos no Brasil.

Para avaliar a qualidade física das sementes/grãos na safra 1998/99, foram amostradas 20 cultivares de soja no Estado do Paraná, 22 em Minas Gerais, três no Estado do Mato Grosso do Sul, 16 no Estado do Mato Grosso e três no Rio Grande do Sul. Foram empregados os seguintes parâmetros para avaliação da qualidade física das sementes: sementes quebradas (%), ruptura de tegumento (teste de hipoclorito) e danos mecânicos, através do teste de tetrazólio [TZ (6-8)].

Os resultados indicaram níveis acentuados de injúria mecânica (TZ 6-8) em sementes/grãos de todas as cultivares nesses estados, cujos valores médios estimados foram de 8,5% para o Paraná, 9,5% para o Rio Grande do Sul, 8,9% para Minas Gerais, 5,1% para o Mato Grosso do Sul e 7,2% para o Mato Grosso. Quanto à ruptura de tegumento (teste de hipoclorito), todas as cultivares e em todas as regiões, foram severamente afetados, sendo que o Paraná apresentou 17% de sementes/grãos danificados, o Rio Grande do Sul com 17,8%, Minas Gerais com 19,3%, Mato Grosso do Sul com 16,2% e Mato Grosso com 14,5%. Os dados de quebras foram extremamente significativos em todas as cultivares, indicando valores médios superiores a 8%.

De uma maneira geral, pode-se afirmar que todos as variáveis analisadas mostram que a qualidade física das sementes/grãos vem sendo severamente comprometida e com reflexo direto sobre a qualidade fisiológica da semente produzida.

1.8.3. Prevenção e redução de desperdícios de grãos e sementes durante a etapa de colheita mecânica em diferentes regiões do Brasil

Nilton P. da Costa, Cezar de M. Mesquita, Antoninho C. Maurina¹, José das G. A. Maia, José de B. França Neto, Francisco C. Krzyzanowski e José E. Pereira

A soja é uma das culturas de maior expressão econômica para o Brasil, trazendo volume significativo de divisas para a nação. Todavia, durante a colheita da soja têm ocorrido grandes desperdícios devido a uma série de fatores, dentre eles, a má regulação das colhedoras. Nas lavouras de soja do País, estima-se uma perda de 1,7 sacas de 60 kg por ha em média, quando o padrão internacional considera razoável uma perda que não ultrapasse a 1,0 saca/ha. Por outro lado, com velocidade de trabalho acima de 7,0 km/hora, as perdas foram maiores e os danos mecânicos menores que nas faixas de velocidade inferiores a tal valor. Portanto, pode-se afirmar que o treinamento contínuo tanto de técnicos como de produtores é a maneira mais eficiente de manter as perdas durante a colheita mecânica da soja próximo ao nível de uma saca/ha.

Sabe-se que a redução das perdas deve-se mais a cuidados operacionais e a pequenas regulagens e ajustes do que às poucas inovações tecnológicas incorporadas às colhedoras ao longo de todos esses anos. Embora as origens das perdas sejam diversas e ocorrem tanto antes quanto durante a colheita, estudos desenvolvidos em diferentes regiões pro-

¹ Emater-PR, Curitiba.

dutoras de soja mostraram que cerca de 85% das perdas ocorrem pela ação dos mecanismos da plataforma de corte (molinete, barra de corte e caracol), 12% são ocasionados pelos mecanismos internos (trilha, separação e limpeza) e 3% causados por deiscência natural.

Os retornos financeiros proporcionados pelo programa de redução das perdas, tanto para o Brasil como para o Estado do Paraná, obtidos com essas ações estão contidos nas Tabelas 1.12 e 1.13. De uma maneira geral, pode-se concluir que no período de 20 anos de execução do trabalho o Brasil economizou cerca de 5,4 bilhões de reais. Recomenda-se que a utilização do kit de determinação de perdas (copo medidor de perdas e manual do produtor) seja realizada em maior amplitude e distribuído gratuitamente para a maioria dos sojicultores.

Como resultado de diferentes ações de difusão de tecnologia promovidas pela Embrapa Soja e EMATER/PR e com a utilização do kit para a determinação de perdas, juntamente com os diversos treinamentos realizados, obtiveram-se ganhos significativos, onde conseguiu-se reduzir as perdas de 4,0 sacas/ha para 1,7/ha no período de 20 anos, proporcionando uma economia para o Brasil de 5,4 bilhões de reais.

Nos últimos quatro anos foram realizados 68 cursos sobre prevenção e redução de perdas na colheita de soja. Estes treinamentos foram constituídos de parte técnica e parte prática, atingindo um público direto de 3.450 técnicos e produtores. Além desses treinamentos, foram realizados quatro dias de campo, que contaram com a participação de cerca de 880 técnicos e produtores rurais.

TABELA 1.12. Relação de troca e bens e serviços, durante o período de 1979 a 1999 com o programa de redução de perdas na colheita de soja no Estado do Paraná. Londrina, PR, 2000.

Bens ou serviços	Valor unitário (R\$)	Quantidade (UN)	Valor total (R\$)
Colhedoras	80.000,00	23.066,88	1.845.350.000,00
Tratores	30.000,00	61.511,67	1.845.350.000,00
Carros populares	11.700,00	157.722,22	1.845.350.000,00
Cestas básicas	84,00	21.968.452,38	1.845.350.000,00
Salários mínimos	130,00	14.195.000,00	1.845.350.000,00
Crianças em escolas particulares	120,00	15.377.916,67	1.845.350.000,00
Orçamento da Embrapa Soja	14.000.000,00	131,81	1.845.350.000,00
Computadores	950,00	1.942.473,68	1.845.350.000,00
Casas populares	15.000,00	123.023,33	1.845.350.000,00
Hectares de terra arenosa mecanizada na região de Londrina	2.100,00	878.738,10	1.845.350.000,00
Litros de óleo de soja	0,80	2.306.687.500,00	1.845.350.000,00
Geladeiras	600,00	3.075.583,33	1.845.350.000,00

TABELA 1.13. Relação de troca e bens e serviços, durante o período 1979 a 1999 com o programa de redução de perdas na colheita de soja no Brasil. Londrina, PR, 2000.

Bens ou serviços	Valor unitário	Quantidade	Valor total
Colhedoras	80.000,00	69.200,63	5.536.050.000,00
Tratores	30.000,00	184.535,00	5.536.050.000,00
Carros populares	11.700,00	473.166,67	5.536.050.000,00
Cestas básicas	84,00	65.905.357,14	5.536.050.000,00
Salários mínimos	130,00	42.585.000,00	5.536.050.000,00
Crianças em escolas particulares	120,00	46.133.750,00	5.536.050.000,00
Orçamento da Embrapa Soja	14.000.000,00	395,43	5.536.050.000,00
Computadores	950,00	5.827.421,05	5.536.050.000,00
Casas populares	15.000,00	369.070,00	5.536.050.000,00
Hectare de terra arenosa mecanizada na região de Londrina	2.100,00	2.636.214,29	5.536.050.000,00
Litros de óleo de soja	0,80	6.920.062.500,00	5.536.050.000,00
Geladeiras	600,00	9.226.750,00	5.536.050.000,00



2

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA E PRODUTOS DERIVADOS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL

Nº do Projeto: 10.0.97.361

Líder: Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi

Número de Subprojetos que compõem o Projeto: 04

Unidades/Instituições Participantes: Embrapa Soja, Embrapa Agroindustrial de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina

Informações sobre características de qualidade das cultivares são importantes para o mercado de soja para alimentação. No subprojeto 10.0.97.361.01, foram avaliados componentes químicos (óleo, proteína, inibidor de tripsina, ácido fítico, minerais) em cultivares semeadas em diferentes locais do Paraná. O teor de proteína foi reduzido em Londrina, em relação aos locais com temperaturas mais frias, onde as cultivares apresentaram teor mais elevado de proteína, sendo esta uma informação importante para os processadores de soja. Essa característica observada na semeadura em Londrina, tem sido consistente ao longo dos anos, o que define Londrina como local não adequado para cultivo de soja a ser utilizada em produção de farelo Hipro. O uso de soja na alimentação humana é uma tecnologia testada pela Embrapa Soja muito solicitada pela sociedade. O trabalho de difusão dessa tecnologia é relatado no subprojeto 10.0.97.361.04, que divulga e promove essa leguminosa pouco conhecida como alimento pelos brasileiros. Em 1999, foram realizados 24 cursos de culinária de soja, com um total de 276 pessoas treinadas sobre as técnicas adequadas de preparo da soja. Foram realizadas 23 unidades de degustação, onde foram consumidas 54 100 bolachas, 10 000 pacotinhos de soja frita e 31 000 salgadinhos a base de soja. Na mídia foram realizadas 8 entrevistas e 24 matérias foram veiculadas em jornais do Brasil.

2.1 Caracterização Química, Física, Tecnológica e Sensorial de Cultivares de Soja, Provenientes das Diferentes Regiões Produtoras do Brasil (10.0.97.361-01)

Mercedes Concórdia Carrão Panizzi
e Simone Honorato¹

Nesse trabalho foram avaliados os teores de óleo, proteína e umidade nas cultivares BR 16 e BRS 133, semeadas em diferentes locais do estado do Paraná, entre eles, Londrina, Mariópolis, Palotina e São Miguel do Iguaçu. também Nos genótipos Lincoln, BRS 155 e PI 157440 semeados em Londrina, PR, comparou-se os teores de ácido fítico e inibidor de

¹ Estagiária Embrapa Soja - UNESP-Campus de Araraquara, Faculdade de Ciências Farmacêuticas.

tripsina. As amostras das cultivares analisadas apresentaram em média 6,14 % e 7,95 % de umidade.

As cultivares BR-16 e BRS 133 apresentaram teores semelhantes de óleo nas sementes (Tabela 2.1), entretanto, foram observadas diferenças no conteúdo do óleo nos diferentes locais de semeadura. O teor de óleo das amostras provenientes de Londrina foi significativamente mais elevado, seguido pelo teor encontrado para Palotina. Isto pode ser decorrente das temperaturas médias mais elevadas nesses locais, as quais favorecem o desenvolvimento de óleo na soja. Em Mariópolis, onde as temperaturas médias são mais baixas, o teor de óleo das duas cultivares foi o mais reduzido em comparação com os outros locais estudados (Tabela 2.1).

As cultivares BR 16 e BRS 133, apresentaram em média 40,29 % e 39,13 % de proteína, respectivamente. Esses valores foram estatisticamente diferentes, e estão em concordância com os teores médios normalmente observados em soja. As concentrações de proteína e óleo nas cultivares BR-16 e BRS 133, mostraram uma relação inversa (Tabela 2.1), ou seja, nos locais onde a soja apresentou maior concentração de proteína, a concentração de óleo no grão, foi menor.

Em Mariópolis, o teor de proteína foi estatisticamente mais elevado, enquanto que em Palotina, local de temperaturas médias mais altas, o teor de proteína foi mais reduzido. Em Londrina, os teores de proteína também foram reduzidos conforme já vem sendo observado em outros experimentos deste subprojeto,

TABELA 2.1. Teor de óleo e proteína (%), em amostras de sementes de soja, semeadas em diferentes locais do Paraná. Embrapa Soja, 1999.

Cultivares	Locais					
	São Miguel do Iguaçu		Palotina		Londrina	
	Óleo	Proteína	Óleo	Proteína	Óleo	Proteína
BR 16	22,63aAB	40,97aB	23,79aA	39,77 cA	24,03aA	38,50aD
BRS 133	22,10aAB	39,62 bAB	22,41aAB	39,42aB	23,55aA	37,07 bC
					21,63aB	41,92aA
					21,06aB	40,42 bA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, são equivalentes entre si pelo teste de Duncan ao nível de significância 5%.

ocorrendo o inverso em relação ao teor de óleo (Tabela 2.1).

Os minerais, principalmente cálcio, ferro, zinco e fósforo são importantes nutricionalmente, e a soja é uma boa fonte desses minerais. Nas amostras analisadas, observou-se que as cultivares BR-16 e BRS 133 não foram semelhantes entre si quanto ao teor de ferro, somente em Mariópolis (Tabela 2.2), o que pode ser devido a uma variação no solo. O teor de ferro das cultivares semeadas em Palotina foi acentuadamente mais elevado que nos outros locais, o que pode ser explicado pelo tipo de solo da região de Palotina, Latossolo Roxo Eutrófico, o qual apresenta alto teor de ferro.

Entre as cultivares, considerando os valores absolutos, observou-se que a

cultivar BRS 133 apresentou teores de cálcio mais reduzidos (Tabela 2.3), estatisticamente diferentes em Palotina e Londrina. Não foram observadas diferenças nas concentrações de cálcio para as cultivares entre os diferentes locais. Quanto aos teores de zinco, os resultados das análises mostraram diferenças acentuadas entre os locais de semeadura (Tabela 2.4), evidenciando variações na composição química do solo. Menores teores foram observados em Mariópolis, enquanto que os teores mais elevados foram em Londrina e Palotina.

As cultivares apresentaram concentrações iguais de fósforo, sendo que os teores foram mais reduzidos em Mariópolis e São Miguel do Iguaçu (Tabela 2.5). O fósforo é um importante nu-

TABELA 2.2. Teor de Ferro (mg/kg) em amostras de sementes de soja, semeadas em diferentes locais do Paraná. Embrapa Soja, 1999.

Cultivares	Locais			
	São Miguel do Iguaçu	Palotina	Londrina	Mariópolis
BR 16	83,00aB	109,00aA	78,66aB	69,00 bC
BRS 133	82,50aB	101,33aA	86,33aB	88,00aB

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, são equivalentes entre si pelo teste de Duncan ao nível de significância 5%.

TABELA 2.3. Teor de Cálcio (g/kg) em amostras de sementes de soja, semeadas em diferentes locais do Paraná Embrapa Soja, 1999.

Cultivares	Locais			
	São Miguel do Iguaçu	Palotina	Londrina	Mariópolis
BR 16	0,3066aA	0,2966aA	0,2633aA	0,2300aA
BRS 133	0,2450aA	0,2000 bA	0,1566 bA	0,1966aA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, são equivalentes entre si pelo teste de Duncan ao nível de significância 5%.

TABELA 2.4. Teor de Zinco (mg/kg) em amostras de sementes de soja semeadas em diferentes locais do Paraná. Embrapa Soja, 1999.

Cultivares	Locais			
	São Miguel do Iguaçu	Palotina	Londrina	Mariópolis
BR 16	39,33aB	48,00aA	49,66aA	29,33aC
BRS 133	35,00 bC	47,33aB	49,66aA	25,33 bD

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, são equivalentes entre si pelo teste de Duncan ao nível de significância 5%.

TABELA 2.5. Teor de Fósforo (g/kg) em amostras de sementes de soja, semeadas em diferentes locais do Paraná. Embrapa Soja, 1999

Cultivares	Locais			
	São Miguel do Iguaçu	Palotina	Londrina	Mariópolis
BR 16	5,03aB	6,16 b A	6,00aA	5,00aB
BRS 133	5,45aB	6,73aA	6,26aA	4,90aC

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, são equivalentes entre si pelo teste de Duncan ao nível de significância 5%.

triente no processo germinativo da semente, sendo que 70% do fósforo nos grãos está ligado a ácido fítico, que interfere na biodisponibilidade dos minerais da soja, formando complexos insolúveis. Os resultados referentes aos níveis de ácido fítico nas sementes seguiram a mesma tendência apresentada pelos teores de fósforo (Tabelas 2.5 e 2.6), ob-

tendo-se uma correlação positiva significativa ($r = 0,81$) entre os teores de ácido fítico e de fósforo.

O inibidor de tripsina, fator antinutricional responsável pela redução de crescimento de animais monogástricos quando alimentados com soja crua. Entretanto, essa substância pode ser inativada pelo tratamento térmico, melhorando a

TABELA 2.6. Teor de Ácido Fítico (mg/g) em amostras de sementes de soja, semeadas em diferente locais do Paraná. Embrapa Soja, 1999.

Cultivares	Locais			
	São Miguel do Iguaçu	Palotina	Londrina	Mariópolis
BR 16	19,43aB	25,58aA	23,91aA	17,60aB
BRS 133	16,71 bB	24,28aA	24,42aA	14,15 bB

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas são equivalentes entre si pelo teste de Duncan ao nível de significância 5%.

qualidade da proteína de soja. A redução do teor desses compostos na soja pode permitir tratamentos térmicos menos drásticos durante o processamento, reduzindo custo e ao mesmo tempo protegendo a qualidade da proteína. Os teores de inibidor de tripsina das cultivares BR 16 e BRS 133 só não foram semelhantes entre si em Mariópolis, onde as cultivares apresentaram teores reduzidos de inibidor de tripsina (Tabela 2.7), como consequência do efeito ambiental.

Os genótipos Lincoln, BRS 155, PI 157 440, BR 16 e BRS 133 semeados em Londrina foram analisados quanto aos

teores de ácido fítico e inibidor de tripsina. A BRS 155, cultivar desenvolvida na Embrapa Soja, apresenta reduzido teor de inibidor de tripsina, enquanto que a PI 157 440 é a fonte genética doadora desta característica. Os resultados obtidos mostraram que os genótipos, cuja constituição genética permite redução do inibidor de tripsina, realmente apresentaram menos da metade do teor de inibidor de tripsina apresentado pelas cultivares com níveis normais desse composto (Tabela 2.8).

Quanto ao teor de ácido fítico, com exceção da cultivar Lincoln que apresen-

TABELA 2.7. Teor de Inibidor de Tripsina (mg/g) em amostras de sementes de soja, semeadas em diferentes locais do Paraná. Embrapa Soja, 1999.

Cultivares	Locais			
	São Miguel do Iguaçu	Palotina	Londrina	Mariópolis
BR 16	21,36aA	21,69aA	20,83aA	17,35aB
BRS 133	20,01aB	23,01aA	21,38aB	15,05 bC

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, são equivalentes entre si pelo teste de Duncan ao nível de significância 5%.

TABELA 2.8. Comparação do teor de Inibidor de Tripsina entre genótipos de Soja em Londrina. Embrapa Soja, 1999.

Cultivares	Inibidor tripsina (mg/g)
Lincoln	19,05a
BRS 155	9,80 b
PI 157440	8,76 b
BR 16	20,08a
BRS 133	21,38a

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância 5%.

tou alto teor do composto, os genótipos analisados não apresentaram diferenças na concentração (Tabela 2.9).

Concluindo, o experimento evidenciou que as características químicas, apesar de serem geneticamente adquiridas, sofrem influência do ambiente. O estudo também sugere que locais mais frios permitem maior desenvolvimento de proteína, o que é uma informação importante para os processadores de soja.

TABELA 2.9. Comparação do teor de Ácido Fítico entre genótipos de soja em Londrina. Embrapa Soja, 1999.

Cultivares	Ácido fóico (mg/g)
Lincoln	34,54 a
BRS 155	24,42 b
PI 157440	26,45 b
BR 16	23,91 b
BRS 133	22,68 b

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância 5%.

2.2 Difusão de Tecnologia Visando a Utilização da Soja e seus Derivados na Alimentação Humana (10.0.97.361-04)

José Marcos Gontijo Mandarino

O subprojeto de difusão da soja para a alimentação humana, iniciado em 1997, é de grande importância para que a utilização dessa leguminosa, com grande potencial nutritivo e amplamente cultivada no país, seja intensificada nas diferentes regiões do Brasil.

A limitação quanto à utilização da soja na dieta brasileira é devida a diversos fatores e dentre eles podemos citar: 1) à maneira incorreta como foi apresentada aos brasileiros, servindo apenas como uma excelente fonte de alimento para animais, ou para indivíduos de baixa renda, 2) ao desconhecimento dos consumidores das técnicas adequadas para o preparo "in natura" da soja, 3) à falta de hábito alimentar dos ocidentais em consumir a soja, que pode ser preparada de diferentes maneiras, 4) as restrições quanto ao seu sabor característico, quando preparada de maneira incorreta.

Portanto, os objetivos desse subprojeto são: 1) a realização de treinamentos sobre a utilização das técnicas corretas de preparo da soja "in natura" na alimentação humana. 2) divulgação da soja como uma alternativa alimentar nutritiva, saudável e econômica para o público em geral através de palestras, matérias na imprensa nacional (jornais, revistas, rádio e televisão); unidades de degustação (UDs) de produtos de soja em feiras agropecuárias, coquetéis, cafés da manhã, dias de campo e eventos para lideranças políticas, empresariais, sociais e comunitárias.

Em 1999 foram realizados 24 cursos sobre as técnicas adequadas de culinária de soja, técnicas essas desenvolvidas na cozinha experimental da Embrapa Soja e preconizadas pelos técnicos da Embrapa Soja. Os cursos foram realizados nos estados do Paraná (12), Distrito Federal (09), Rio Grande do Sul (04), Minas Gerais (02) e Tocantins (01). O total de pesso-

TABELA 2.10. Cursos realizados durante o ano de 1999 em diferentes municípios do Brasil. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Instituição	Local	Período	Nº pessoas	Público	Cursos
Embrapa Soja	Londrina, PR	15/03/99	06	Vegetarianos	01
Cooperativa - COAPA	Pedro Afonso, TO	28 - 30/04/99	31	Esposas dos cooperados	01
Mov. Bandeirantismo	Londrina, PR	08/05/99	23	Bandeirantes	01
Prefeitura do Município	Uberaba, MG	24 - 26/05/99	44	Merendeiras	02
Igreja Adventista	Londrina, PR	12 - 14/07/99	10	Membros da Igreja	01
ACS/Embrapa Sede	Brasília, DF	21 - 25/07/99	23	Público em geral	05
Escola Municipal	Londrina, PR	10/08/99	10	Alunas do curso noturno	01
Prefeitura do Município	Londrina, PR	12, 19 e 26/99	10	Merendeiras de escolas	01
ACS/Embrapa Sede	Expointer - Esteio, RS	01 e 04/09/99	15	Visitantes da Exposição	04
Prefeitura do Município	Londrina, PR	16,23/09 e 07/10/99	18	Merendeiras de escolas	01
Prefeitura do Município	Sertãoópolis, PR	20 - 22/10/99	04	Professoras de escolas	01
SESC	Londrina, PR	04/11/99	30	Grupo da 3ª idade	01
Prefeitura do Município	Alvorada do Sul, PR	09/11/99	08	Senhoras/comunidade	01
SESC	Londrina, PR	19/11/99	27	Grupo da 3ª idade	01
SESC	Londrina, PR	03/12/99	14	Grupo da 3ª idade	01
SESC	Londrina, PR	10/12/99	10	Grupo da 3ª idade	01

as treinadas foi de 276. Esses resultados encontram-se sumariados na Tabela 2.10.

Foram produzidas na Cozinha Experimental da Embrapa Soja um total de 54.100 bolachas e 10.000 pacotinhos de soja frita, 31.000 salgadinhos e ainda, pães, bolos, tortas doces e salgadas, todos esses produtos contendo a soja e/ou seus derivados principais. Esses produtos foram elaborados para atender:

- 1) as Unidades de Degustação (23) realizadas ao longo do ano de 1999;
- 2) eventos de divulgação interna organizados pela Assessoria de Comunicação Empresarial da Embrapa Soja, tais como: visitas de estrangeiros (americanos, argentinos, paraguaios e italianos), visitas de idosos de grupos da 3ª idade, visita de rotarianos, visita de 250 imigrantes japoneses, visitas oficiais de autoridades, visitas de pesquisadores de outras instituições de

pesquisa nacionais e internacionais e visitas de profissionais do setor privado e;

- 3) eventos de divulgação externa à Unidade organizados pela Assessoria de Comunicação Social, Assessoria Parlamentar e Diretoria Executiva da Embrapa Sede em Brasília.

Durante o ano de 1999 foram concedidas oito entrevistas em diferentes programas de TV da rede nacional de sinal aberto e TV à cabo em Londrina, PR e Brasília, DF e seis entrevistas a rádios em Londrina, PR e Brasília, DF. Também foram veiculadas 24 matérias em jornais de Londrina e Curitiba (PR), São Paulo (SP), Porto Alegre e Pelotas (RS) e Brasília no Distrito Federal. Esses dados sobre a divulgação de utilização da soja na alimentação humana encontram-se sumariados na tabela 2.11.

TABELA 2.11. Matérias sobre a soja na alimentação humana veiculadas através da mídia nacional em 1999. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Matérias veiculadas em TV e rádios	Local de realização	Data
Entrevista na DF TV - Rede Globo	Embrapa Sede Brasília, DF	26/04/99
Entrevista na TV Brasília - Rede Manchete	Embrapa Sede Brasília, DF	26/04/99
Entrevista na Rádio Nacional e na TV Nacional	Embrapa Sede Brasília, DF	26/04/99
Entrevista na TV Educativa	Embrapa Sede Brasília, DF	27/04/99
Entrevista na TV Bandeirantes	Embrapa Sede Brasília, DF	27/04/99
Entrevista no Canal Rural	Embrapa Sede Brasília, DF	27/04/99
Entrevista na TV Londrina/Rede Bandeirantes - Jornal Acontece	Embrapa Soja Londrina, PR	04/05/99
Entrevista na TV Coroados/Rede Globo - Jornal Estadual 1ª edição	Embrapa Soja Londrina, PR	12/05/99
Entrevista na Rádio Planalto de Brasília	Embrapa Sede Brasília, DF	27/04/99
Entrevista na Rádio Guaíba de Porto Alegre	Embrapa Sede Brasília, DF	28/04/99
Entrevista na Rádio Gaúcha de Porto Alegre	Embrapa Sede Brasília, DF	29/04/99
Entrevista na Rádio Londrina	Embrapa Soja Londrina, PR	11/05/99
Entrevista na Rádio Universidade - Programa Entrevista 107	UEL - Londrina, PR	21/05/99
Entrevista na Rádio Universidade - Programa Entrevista 107 (reprise)	UEL - Londrina, PR	17/12/99
Embrapa desenvolve macarrão com soja - Correio Brasiliense	Brasília DF	25/04/99
O super macarrão - mais nutritivo é o resultado de pesquisas da Embrapa - Jornal de Brasília	Brasília DF	27/04/99
Macarronada com proteína - Correio Brasiliense	Brasília DF	28/04/99
Embrapa faz festa com agrotecnologia - Jornal de Brasília	Brasília DF	28/04/99
Gazeta Mercantil de Brasília	Brasília DF	28/04/99
Embrapa faz 26 anos de Pesquisa - Folha de Londrina	Londrina, PR	02/05/99
Novo macarrão da Embrapa com 20% de soja - Embrapa desenvolve macarrão com soja - Gazeta Mercantil	Curitiba, PR	03/05/99

Continua...

Matérias veiculadas em TV e rádios	Local de realização	Data
...Continuação		
Congresso de soja - Folha de Londrina	Londrina, PR	04/05/99
Soja - Jornal de Londrina	Londrina, PR	07/05/99
Macarrão de soja é mais um aliado no combate à desnutrição - Folha de Londrina	Londrina, PR	11/05/99
Hormônio da soja pode combater câncer - Folha de Londrina	Londrina, PR	30/05/99
Mistura Nutritiva - Macarrão desenvolvido pela Embrapa Soja possui 40% a mais de proteína - Folha de Londrina	Londrina, PR	23/07/99
Consumo de soja como prevenção para o câncer - Revista da Associação Médica de Londrina - Revista da AML	Londrina, PR	Maio/99
Um novo macarrão - Revista Saúde da Editora Abril	São Paulo, SP	Agosto/99
Embrapa faz macarrão de soja - Correio do Povo - Caderno Rural	Porto Alegre, RS	02/09/99
Variedades de soja para o consumo humano - Folha de Londrina	Londrina, PR	30/10/99
Soja para o consumo humano - Gazeta Mercantil	São Paulo, SP	31/10/99
Estudantes distribuem alimentos com soja - Jornal de Londrina	Londrina, PR	31/10/99
Estudantes divulgam soja e incentivam o consumo - Folha de Londrina	Londrina, PR	01/11/99
Embrapa e Gama buscam novas cultivares de soja - objetivo é colocar no mercado soja própria para alimentação humana - Gazeta Mercantil	Curitiba, PR	01/11/99
Soja muito além do tofu e do missô - Paraná Shimbun	Londrina, PR	13/11/99
Soja faz bem ao coração atesta FDA - Folha de São Paulo	São Paulo, SP	16/11/99
Soja faz bem para o coração - Folha de Londrina/Folha do Paraná	Londrina, PR	29/11/99
Soja que se come - Revista Cultivar	Pelotas, RS	Dezembro/99

3

CONTROLE DE NEMATÓIDES FITOPARASITAS ASSOCIADOS À CULTURA DA SOJA**Projeto:** 04.0.98.333**Líder:** Waldir Pereira Dias**Número de Subprojetos:** 04**Unidades/Instituições participantes:** Embrapa Soja e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Muitas espécies de nematóides já foram observadas associadas a danos na cultura da soja, entretanto, as mais importantes são *Heterodera glycines*, o nematóide de cisto da soja (NCS) e os nematóides formadores de galha, *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*, principalmente. O NCS já infesta mais de 1.700.000 ha de soja no Brasil. A sua detecção inicial foi na safra 1991/92 e, atualmente, está presente em 81 municípios de sete estados brasileiros (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul). Dependendo do nível de infestação e das condições edafoclimáticas, o NCS pode provocar perdas de até 100% no rendimento da soja. É o principal problema fitossanitário da soja nos países onde ocorre. No Brasil, já causou prejuízos sérios, tendo sido causa de mudanças no sistema de produção agrícola nas áreas infestadas do cerrado. Quanto aos nematóides de galha, infestam área superior àquela infestada pelo NCS e causam também perdas grandes na produção da soja.

Para o NCS, este projeto tem como objetivo principal desenvolver tecnologias brandas (sem o uso de produtos químicos) que garantam a produção da soja em áreas infestadas, através das seguintes ações: a) monitoramento das áreas infestadas; b) identificação das raças ocorrentes no Brasil; c) identificação de marcadores moleculares associados a genes de virulência; d) estudo da dinâmica populacional nos sistemas de produção dominantes; e) estudo da variabilidade espaço-temporal; f) determinação da população crítica de dano; g) definição de rotações e sucessões de culturas mais indicadas para as áreas infestadas; h) identificação de possíveis interações com fatores controlados pelo manejo do solo (físico, químico e biológico) e i) avaliação, em casa-de-vegetação, da reação de linhagens/cultivares de soja às raças dominantes nas diversas regiões produtoras. As ações estão sendo implementadas nos subprojetos 04.0.98.333-01 e 04.0.98.333-02.

Com relação aos nematóides de galha, o projeto tem programadas ações que objetivam também reduzir os danos causados à produção de soja, através, das seguintes ações: a) monitoramento das áreas infestadas; b) identificação das espécies/raças ocorrentes no país; c) conhecimento da hospedabilidade das principais culturas utilização em rotação/sucessão com a soja; d) seleção de fontes e

cultivares de soja resistentes e e) indicação de esquemas de manejo, envolvendo a rotação de culturas e o uso de cultivares resistentes. As ações estão sendo implementadas no subprojeto 04.0.98.333-03.

O projeto objetiva, ainda, o aprimoramento de técnicas moleculares para o reconhecimento da filogenia de espécies e raças de *Meloidogyne* spp. e *Heterodera glycines*. Essas ações estão sendo implementadas pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, no subprojeto 04.0.98.333-04.

3.1 Ecologia e Controle do Nematóide de Cisto da Soja (04.0.98.333-01)

Waldir Pereira Dias, Antônio Garcia, Álvaro Manuel Rodrigues Almeida, Dario Minoru Hiromoto, José Erivaldo Pereira, Roberto Kazuhiko Zito¹ e Eduardo Alves da Silva²

O nematóide de cisto da soja (NCS) (*Heterodera glycines*), detectado no Brasil em 1992, já se encontra disseminado por sete estados, infestando mais de 1.700.000 ha. Entretanto, existem muitas propriedades ainda isentas do patógeno, localizadas em municípios considerados infestados. Assim, a prevenção deve, ainda, ser a principal estratégia. A rotação de culturas, no verão, com espécies não hospedeiras é o método que vem possibilitando a produção de soja nas áreas contaminadas. A Embrapa Soja, juntamente com os parceiros da pesquisa estadual e da iniciativa privada, desenvolve um programa de melhoramento dinâmico para resistência ao NCS. Os primeiros resultados deste trabalho foi o lançamento das cvs. BRSMG Renascença e BRSMG Liderança resistentes à raça 3, para MG, e das cvs. BRSMT Pintado, BRSMT Caxara, BRSMT Tucunaré,

BRSMT Piraíba e BRSMT Matrinchã resistentes às raças 1 e 3, para MT.

O subprojeto vem sendo conduzido, desde janeiro 1998, com o objetivo de obter informações sobre a distribuição geográfica do NCS no Brasil; monitorar a evolução das raças no país; identificar marcadores moleculares associados a genes de virulência do NCS; conhecer a dinâmica populacional do patógeno em diferentes ambientes; contribuir no desenvolvimento de cultivares de soja resistentes; e conhecer a variabilidade espaço-temporal do nematóide. Também foi dada ênfase à divulgação do problema, das medidas de prevenção e das formas de controle. Os resultados obtidos nesse segundo ano, 1999, são na sequência descritos.

1) Levantamento de Ocorrência

Foram analisadas, pelo Laboratório de Nematologia da Embrapa Soja, 166 amostras de solo e/ou raízes de soja encaminhadas por produtores e técnicos de diferentes partes do Brasil. A ocorrência do patógeno, em Guiratinga (MT) e Cornélio Procopio (PR), foi registrada pela primeira vez. Análises realizadas por outras instituições (Epamig, Universidade Federal de Goiás e Universidade Federal

¹ Epamig.

² SEAB-PR.

de Pelotas) detectaram o NCS, pela primeira vez, em Conceição das Alagoas (MG), Campo Alegre (GO), Catalão (GO) e São Miguel das Missões (RS). Em Santa Catarina, foi realizado, pela Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), um levantamento sistemático nas principais regiões produtoras de soja do Estado, mas o NCS não foi detectado em nenhuma das 2200 amostras analisadas. Com essas novas detecções, o número de municípios contaminados com o NCS no Brasil, que era de 75 em 1998, subiu para 81.

2) Monitoramento de Raças

O NCS apresenta grande variabilidade genética. No Brasil, já foram encontradas as raças 1, 2, 3, 4, 4⁺, 5, 6, 9, 10, 14 e 14⁺. O conhecimento da distribuição das raças, no país, é importante para orientar os programas de melhoramento de soja e orientar os produtores na escolha de cultivares para as áreas infestadas. Durante o ano de 1999, foram caracterizadas, inoculando-se a série diferenciadora, 15 populações. Encontraram-se as seguintes raças: Mato Grosso: raça 1 em Campo Verde, 3 em Campo Novo do Parecis, Sapesal, Deciolândia e Primavera do Leste, 5 em Jaciara, Primavera do Leste e Sorriso, 6 em Sapesal e raça 14 em Alto Taquari; Mato Grosso do Sul: raça 14 em Costa Rica; Goiás: raça 14 em Perolândia; Minas Gerais: raça 3 em Nova Ponte.

O quadro de distribuição de raças do NCS, no país, passa a ser o seguinte: Goiás: raças 3, 4, 6, 9 e 14; Mato Gros-

so: raças 1, 2, 3, 4⁺, 5, 6, 9, 10, 14 e 14⁺; Mato Grosso do Sul: raças 3, 4, 6, 9, 10 e 14; Minas Gerais, São Paulo e Paraná: raça 3; Rio Grande do Sul: raça 6.

3) Identificação de Marcadores Moleculares Associados a Genes de Virulência do NCS

O processo tradicional de identificação de raças do NCS demanda espaço em casa-de-vegetação, laboratório e mão de obra. A identificação de marcadores moleculares associados a genes de virulência do patógeno irá facilitar o processo. Na tentativa de se identificar genes de virulência específicos para a quebra de resistência das diferenciadoras de raças ('Pickett', 'Peking', PI 88788 e PI 90763), uma população do NCS pertencente à raça 4 vem sendo inoculada, mensalmente, nestes genótipos. O processo de endogamia já se repetiu por 18 gerações, mas, ainda, não foram obtidos genes de virulência específicos para nenhuma das diferenciadoras.

4) Dinâmica do NCS, em Solo com Dois Níveis de Saturação por Bases

A dinâmica populacional do NCS vem sendo acompanhada em solo com dois níveis de saturação de bases, calagem dentro do recomendado e calagem excessiva. O experimento foi instalado na Faz. Santa Luzia, em Nova Ponte (MG), no segundo semestre/1998, e tem os seguintes tratamentos: **Calagem** (dois níveis): C1 = sem aplicação de calcário (saturação por bases, média, de 50%); C2 = com a aplicação de calcário (saturação por bases, média, de 70%); **Adu-**

bação com micronutrientes (dois níveis): M1 = sem aplicação; M2 = com aplicação, no solo, dos seguintes micronutrientes: Cu (1,67 kg/ha), Zn (6,4 kg/ha), B (0,8 kg/ha), Mn (3,3 kg/ha), Co (0,08 kg/ha) e Mb (0,3 kg/ha). **Rotação de culturas** (de verão): R1 = monocultura de soja suscetível ao NCS; R2 = rotação milho-soja suscetível, iniciando pelo milho; R3 = rotação milho-soja suscetível, iniciando pela soja; R4 = rotação milho-milho-soja suscetível; R5 = monocultura de soja resistente ao NCS. Para uniformizar a população do nematóide, nesse primeiro ano toda a área foi semeada com soja suscetível ('CAC-1').

Mensalmente, amostras de solo são coletadas nas parcelas dos tratamentos C1M1R1, C1M1R2, C1M1R5, C1M2R1, C1M2R2, C1M2R5, C2M1R1, C2M1R2, C2M1R5, C2M2R1, C2M2R2 e C2M2R5 e trazidas para o Laboratório de Nematologia da Embrapa Soja, onde são determinados o número de juvenis de segundo estágio (j_2), de machos e de ovos do NCS. A presença de outros fitonematóides também é acompanhada. Na amostragem de novembro/99, o parasitismo dos ovos por fungos também foi determinado.

As avaliações realizadas, de novembro/98 a novembro/99, mostraram que a população de ovos no solo permaneceu sempre mais alta nas parcelas que receberam calcário em excesso, contrastando com o número de juvenis de segundo estágio, que sempre foi menor nestas parcelas. O calcário em excesso, direta ou indiretamente, reduziu a eclosão. A suplementação com micronutrientes, apli-

cados no solo, não afetou a população do NCS. Com relação aos outros nematóides, *Helicotylenchus dihystera* tem sido a espécie mais freqüente em todas as parcelas. No estudo de parasitismo dos ovos por fungos, detectaram-se, em média, 3,5 e 1,5% de ovos parasitados nas parcelas com calagem dentro de recomendado e com calagem em excesso, respectivamente. Em novembro/99, as parcelas foram semeadas com milho, soja suscetível (Garimpo) ou soja resistente (BRSMG Liderança), conforme o tratamento. Prosseguem as coletas mensais das amostras de solo.

5) Avaliação da Resistência de Genótipos de Soja ao NCS

Como contribuição ao desenvolvimento de cultivares de soja resistentes ao NCS, foram realizadas avaliações, em casa-de-vegetação, envolvendo as raças 3 e 4⁺. Nessas avaliações, as plantas resistentes das linhagens segregantes eram sempre recuperadas (transplântio para vasos) para a produção de sementes e/ou para a utilização em cruzamentos.

Para a raça 3, foram avaliadas, inoculando-se 6 plantas/cultivar ou 15 plantas/linhagem, 25 cultivares (BRSMG Liderança, BRSMG Segurança, BRSMG 68, MGBR-46, MGBR-48, FT-109, FT-Estrela, CD 201, CD 202, CD 203, CAC-1, EMGOPA-316, Embrapa 48, Embrapa 59, BR 36, BR 37, Embrapa 20, BRS 156, BRS 185, BRS 133, BRS 157, BRS 183, BRS 155, BRS 184 e BRS 134) e 23 linhagens (E99-135, E99-141, E99-142, E99-143, E99-144, E99-145, E99-146,

E99-147, E99-148, E99-149, E99-150, E99-151, E99-152, E99-153, E99-154, E99-155, E99-156, E99-157, E99-158, E99-159, E99-160, E99-161 e E99-162). Das cultivares testadas, somente a BRSMG Liderança comportou-se como resistente. Entre as linhagens, 12 foram suscetíveis, 2 resistentes e 9 estavam segregando.

Dois testes envolveram a raça 4⁺. No primeiro, realizado durante o mês de junho e inoculando-se 12 plantas/linhagem, foram avaliadas 14 linhagens (E98-401, E98-402, E98-403, E98-404, E98-405, E98-406, E98-407, E98-408, E98-409, E98-410, E98-411, E98-412, E98-413 e E98-414). No segundo, realizado em outubro e inoculando-se 15 plantas/linhagem, avaliaram-se 32 linhagens (E99-1321, E99-1322, E99-1323, E99-1324, E99-1325, E99-1326, E99-1327, E99-1328, E99-1329, E99-1330, E99-1331, E99-1332, E99-1333, E99-1334, E99-1335, E99-1336, E99-1337, E99-1338, E99-1339, E99-1340, E99-1341, E99-1342, E99-1343, E99-1344, E99-1345, E99-1346, E99-1347, E99-1348, E99-1349, E99-1350, E99-1351 e E99-1352). Em ambos os testes, foram encontradas linhagens resistentes, suscetíveis e segregantes.

6) Estudo da Distribuição Espaço-Temporal do NCS

Uma das grandes dificuldades na tomada de decisões para o manejo de áreas infestadas com o NCS, é a desuniformidade da distribuição do nematóide no

solo. Em lavouras muito grandes, como ocorre nos Cerrados, estudos da variabilidade espaço-temporal do patógeno, envolvendo os conceitos da agricultura de precisão, se fazem necessários. Dentro desta linha, na safra 1998/99, foi instalado um experimento, envolvendo dois sistemas de cultivo (semeadura direta e preparo convencional) e duas cultivares de soja (uma suscetível e uma resistente), em Primavera do Leste-MT. Utilizando-se procedimentos da geoestatística, foi possível os cálculos e ajustes de semivariogramas, bem como a construção dos mapas diagnósticos, de distribuição do NCS e do rendimento da soja. A análise destes mapas levou às seguintes evidências: 1) houve dependência espacial entre as quantidades de ovos nas parcelas, o que está coerente com a ocorrência, "em reboleiras", do patógeno na lavoura; 2) as operações de preparo de solo e de semeadura aumentaram a disseminação, das bordas para o centro, do patógeno na área; 3) a utilização da variedade resistente resultou em uma redução acentuada da população de cistos viáveis/ovos do patógeno no solo, mas não o eliminou da área; 4) a presença da cultivar suscetível resultou em um aumento da população de cistos viáveis/ovos no solo; 5) o NCS, até mesmo na maior densidade populacional inicial (cerca de 9000 ovos/100 ml solo), não afetou o rendimento da soja resistente; 6) na maioria dos casos, o rendimento da soja suscetível foi inversamente proporcional à população inicial de ovos no solo.

3.2 Manejo da Cultura da Soja e do Solo para o Controle do Nematóide de Cisto (04.0.98.333-02)

Antonio Garcia, Waldir P. Dias, José E. Pereira,
Eduardo A. da Silva², Roberto K. Zito¹
e Áureo F. Lantmann

Neste subprojeto e no 0.04.0.94.325-07, já encerrado, foram conduzidos estudos sobre rotação de culturas e manejo do solo para controle do nematóide de cisto da soja (NCS), realizados em áreas infestadas dos estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, São Paulo e Paraná, a partir de 1994. Em todos os experimentos envolvendo práticas de manejo, alguns procedimentos metodológicos foram comuns: semeadura mecanizada, parcelas grandes (6m x 10m, 7m x 8m e 8m x 15m), blocos ao acaso com 5 a 6 repetições, extração de cistos e/ou ovos em amostras de solo compostas de 10 a 14 subamostras, coletadas de 0cm a 20cm, na área útil das parcelas, na implantação e na colheita das culturas.

Esses estudos geraram resultados que mostraram a eficácia do controle do nematóide de cisto da soja (NCS) pela rotação de culturas com espécies não hospedeiras de verão, além de terem gerado informações sobre nível populacional de dano e efeito do manejo do solo. Nesta oportunidade serão relatados resultados finais sobre o efeito de cultivos de inverno com espécies não hospedeiras e resultados parciais dos estudos do efeito do sistemas de semeadura (direto e con-

vencional), do efeito do pH do solo na população do NCS e sobre a sobrevivência dessa espécie no solo, na ausência de plantas hospedeiras

1) Efeito de espécies cultivadas no inverno

Concluído o experimento conduzido em Chapadão do Sul, MS, onde, tal como em Tarumã, SP, foi estudado o efeito das espécies milho, milheto, aveia-preta, sorgo, girassol, nabo forrageiro, mucuna-preta e do pousio, concluiu-se que essa prática não tem efeito direto sobre a população do NCS no solo. Possivelmente, se o cultivo de inverno concorrer para o aumento de matéria orgânica no solo, poderá vir a contribuir, na redução da população do NCS e no aumento da tolerância da soja. Houve efeito da mucuna sobre a produtividade da soja, em Tarumã, independente da população do nematóide resultante.

2) Efeito dos sistemas de semeadura: direta e convencional

O experimento está sendo conduzido em Primavera do Leste, MT, desde a safra 1995/96. Nos três primeiros anos, foram estudados os efeitos da rotação da soja com milho, da sucessão com milheto e da pastagem, associados aos sistemas de semeadura direta e convencional. Os resultados da rotação e da sucessão repetiram os obtidos em outros experimentos já relatados, ou seja, uma redução marcante da população pela rotação com milho e o não efeito da sucessão com milheto. Assim, o experimento foi continuado avaliando-se apenas o efei-

¹ EPAMIG.

² Secretaria de Estado da Agricultura, Estado do Paraná.

to dos sistemas de semeadura, excluindo-se os outros tratamentos e aumentando o número de repetições de cinco para 25. Em 1998/99, após quatro anos de estabelecidos os sistemas, observou-se que, na semeadura direta, a população de ovos do NCS, embora igual durante a permanência da soja em campo, foi menor durante a entressafra.

3) Longevidade de *Heterodera glycines* no solo, na ausência de plantas hospedeiras

A longa sobrevivência no solo é uma das características da espécie *Heterodera glycines*. No Japão, comprovou-se que sete anos após coletadas amostras de solo infestadas ainda havia ovos vivos com capacidade para infectar raízes de soja. No norte dos Estados Unidos, foram encontrados cistos de 12 anos ainda com ovos viáveis. Esse trabalho vem sendo conduzido, em Tarumã, SP, com o objetivo de determinar o tempo para erradicar o NCS usando se plantas não hospedeiras. O experimento vem sendo conduzido, em área infestada onde a cultura da soja fora substituída por lavoura de cana-de-açúcar, desde 1995. A população de cistos vem sendo monitorada, bimestralmente, em 20 parcelas de 4,0 m de comprimento pela largura do espaço entre as linhas da cana, em amostras de solo constituídas de 10 subamostras/parcela. Em junho/98, não foram mais encontrados cistos viáveis no solo, e em outubro/98 (44 meses após a colheita da soja) não foram mais encontrados ovos nos cistos não viáveis. Para confirmação da ausência do nematóide no solo, con-

duziu-se, a partir de então, bioensaios com o solo coletado nos mesmos pontos e mesma periodicidade, iniciando pelas amostras coletadas em outubro/98. Para cada parcela de campo corresponderam cinco vasos de cerâmica de 1,5 L, com uma mistura de solo e areia (1:1). Em cada vaso foi cultivada uma planta da cultivar de soja Doko (suscetível). A contagem de fêmeas nas raízes foi realizada aos 32-34 dias da emergência das plantas. Nos casos em que não se encontrou fêmeas nas raízes, o solo foi devolvido ao vaso e cultivado soja mais uma vez. No primeiro bioensaio não foi encontrado fêmea, nas duas avaliações. Nas demais coletas, realizadas em 1998 e 1999, foi sempre encontrada pelo menos uma fêmea em um ou dois vasos, por bioensaio, indicando que, após 50 meses (quatro anos e dois meses), ainda havia ovos vivos no solo, em número baixo de cistos, que não tem, sido detectados na análise de solo. O monitoramento será continuado por tempo indeterminado, até que se confirme a erradicação do NCS na área.

4) Efeitos da calagem e da adubação no controle do NCS na rotação milho-soja

Levantamentos em lavouras e depoimento de técnicos e produtores sugeriram haver efeito do pH do solo aumentando a sobrevivência do NCS no solo. Para certificar-se desse efeito, dois experimentos foram conduzidos, um em Chapadão do Sul, MS, de 1996/97 a 1998/99, um em Tarumã, SP, a partir de 1995/96 a 1998/99, e um terceiro foi iniciado em 1998, em Nova Ponte, MG,

em áreas apresentando populações satisfatoriamente uniformes de cistos no solo e pH do solo nos níveis recomendados. Em Tarumã foi estudado apenas o efeito da calagem (aplicação de 6 t/ha), em blocos casualizados, com cinco repetições, em parcelas de 4m x 7m. Em Chapadão do Sul e Nova Ponte os tratamentos foram: a) dois níveis de calagem (C_1 = saturação por bases existente, de 40 a 50 %, e C_2 = calagem para elevar a saturação 80%,); b) M_1 = sem e M_2 = com adubação corretiva de micronutrientes; e c) as rotações R_1 = monocultivo de soja, R_2 = milho-soja, R_3 = soja-milho; R_4 = milho-milho-soja e R_5 = soja resistente (R_5 só em MG). Em Nova Ponte, no primeiro ano, foi semeado apenas soja em toda a área, após aplicação do calcário e dos micronutrientes. Em amostras de solo, compostas de 14 subamostras, foram avaliados, por ocasião da semeadura e da colheita, o número de cistos viáveis e não viáveis do solo e feita a análise química de rotina. Foi determinado, também, o rendimento de grãos. Em Nova Ponte a população de cistos vem sendo avaliada mensalmente, com participação efetiva de pessoal da Epamig na condução do experimento.

Os resultados obtidos até a safra 1998/99 mostraram que há uma tendência de população mais alta de cistos nos tratamentos com pH elevado (em torno de 6 e acima). Onde a calagem foi aplicada para elevação do pH, a degradação de cistos foi significativamente menor, tanto no verão como no inverno, e o rendimento da soja inferior. Nestas condições, os resultados mostraram que há

necessidade de dois anos de milho para reduzir a população de cistos a níveis seguros para cultivo de soja na sequência.

3.3 Levantamento, Identificação e Controle de Nematóides Formadores de Galhas em Soja (04.0.98.333-03)

Waldir Pereira Dias, Antônio Garcia e
José Erivaldo Pereira

Os nematóides formadores de galha, principalmente as espécies *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*, representam sério problema para a produção de soja no Brasil, principalmente no Norte do Rio Grande do Sul, Sudoeste e Norte do Paraná, Sul e Norte de São Paulo e Sul do Triângulo Mineiro. Na região Central do Brasil vários focos têm sido detectados e o problema é crescente. Este subprojeto foi iniciado em 1998 com o objetivo de manter atualizados os dados sobre a ocorrência do nematóide de galha em soja, no Brasil, avaliar sua importância e desenvolver formas de controle. Os resultados obtidos nesse segundo ano, 1999, são na sequência descritos.

1) Levantamento de Ocorrência

Foram analisadas, no Laboratório de Nematologia da Embrapa Soja, durante o ano de 1999, 33 amostras de solo e raízes de soja encaminhadas por produtores de diferentes partes do Brasil. De um modo geral, o levantamento mostrou que *M. javanica* é de ocorrência mais generalizada e que *M. incognita* predomina nas áreas do Paraná cultivadas anteriormente com café ou algodão. *M.*

arenaria foi encontrada em seis amostras do Rio Grande do Sul e uma do Paraná.

2) Avaliação da Resistência de Genótipos de Soja

Na safra 1999/2000, cerca de 200 cultivares/linhagens de soja dos Programas de Melhoramento Genético da Embrapa Soja e da COODETEC foram avaliadas, em áreas naturalmente infestadas, nos municípios de Jataí (GO), Campo Novo do Parecis (MT), Guaíra (SP), Planaltina (DF), Cândido Godói (RS), Marechal Cândido Rondon (PR), Florínea (SP) e Londrina (PR). Para tanto, houve a colaboração de colegas da FESURV/ESUCARV, da Fundação MT, da Funap/Epamig, da Embrapa Cerrados, Embrapa Trigo e da COODETEC. *M. incognita* era a espécie presente em Guaíra, Florínea e Marechal Cândido Rondon, enquanto em Londrina, Campo Novo do Parecis, Jataí e Planaltina tratava-se de *M. javanica*. Em Cândido Godói, a população era uma mistura de *M. javanica* (90%) e *M. arenaria* (10%). Nestas avaliações, foram comparados os índices de galhas (notas de 0 a 5) nas raízes dos diferentes materiais. A nota zero significava ausência de galhas. Os resultados das avaliações em Guaíra, Florínea e Planaltina foram descartados, pois as populações do nematóide estavam muito baixas nestes locais. Com relação à *M. javanica*, destacaram-se como resistentes (notas $\leq 2,7$) as cultivares recomendadas CD 201, CD 203, OCEPAR 4-Iguaçu, MG/BR-46 (Conquista), BRSMS Piapara, e BRS Celeste. Quando *M. javanica* estava associado com *M. arenaria*, foram resistentes as cvs.

CD 201, CD 203, e OCEPAR 4-Iguaçu. Para *M. incognita*, apresentaram resistência (nota $< 1,4$) as cvs. CD 201, CD 202, CD 203, OCEPAR 4-Iguaçu e BR-36. A cv. MG/BR-46 (Conquista) não foi incluída nas avaliações para *M. incognita* ou para a mistura de *M. javanica* mais *M. arenaria*, mas é sabidamente resistente. O número de cultivares de soja resistentes, disponíveis atualmente no Brasil, ainda é muito pequeno. Das linhagens testadas, 14 apresentaram resistência à *M. javanica*, 12 à mistura de *M. javanica* mais *M. arenaria* e 21 à *M. incognita*, indicando a possibilidade de muito em breve, novas cultivares resistentes estarem disponíveis.

Em novembro/1999, contando com a colaboração de colegas da FESURV/ESUCARV, COODETEC, Fundação MT e Embrapa Trigo, cerca de 230 cultivares/linhagens de soja dos Programas de Melhoramento Genético da Embrapa Soja e da COODETEC foram semeadas, em covas ou linhas de 1 metro, em áreas infestadas nos municípios de Turvelândia (GO), Paraúnas (GO), Marechal Cândido Rondon (PR), Campo Novo do Parecis (MT), Santo Cristo (RS), Florínea (SP), Cornélio Procopio (PR) e Londrina (PR). O delineamento experimental destes experimentos foi o de blocos casualizados, com 10 repetições. Os resultados serão apresentados na próxima publicação dessa Série.

3) Avaliação da Hospedabilidade de Espécies Vegetais

A resistência/tolerância das cultivares de soja ao nematóide de galha pode ser perdida na presença de altas popula-

ções do parasita. O incremento populacional pode ser evitado pela rotação da soja com plantas não hospedeiras. Atualmente, a cultura mais utilizada para rotacionar com a soja, no país, é o milho, mas, no Brasil Central, o algodão e o arroz também vêm sendo utilizados. No caso do milho, sabe-se que a maioria dos híbridos/cultivares multiplicam *M. incognita* e que existe diferença entre os materiais com relação à multiplicação de *M. javanica*. O algodão é hospedeiro das raças 3 e 4 de *M. incognita*, mas não multiplica *M. javanica*. Para o arroz, ainda não se tem informações sobre a hospedabilidade das principais cultivares ao nematóide de galha. O cultivo prévio de espécies hospedeiras aumenta os danos na soja que as sucedem. Portanto, somente a partir do conhecimento da capacidade das culturas em multiplicar a espécie de *Meloidogyne* predominante na área é que se pode montar um esquema eficiente de rotação/sucessão de culturas. Como existe carência dessas informações, foram conduzidos experimentos, em casa-de-vegetação, durante o ano de 1999, para se conhecer a hospedabilidade de genótipos de milho e arroz à *M. javanica* e de cultivares/linhagens de algodão à *M. incognita*, raça 3. Nesses testes, as plantas (uma por vaso) foram inoculadas com 5000 ovos e, decorridos 60 dias, para cada planta foi calculado um fator de reprodução (FR), dividindo-se a população final de ovos/5000.

3.1) Milho

De 49 híbridos de milho testados, 14 da Sementes Monsanto (AG 5016, AG

3010, AG 6018, AG 5011, AGX 6690, C 929, C125, C 855, C 606, C 747, C 806, C 505, C 447 e C 90), seis da Sementes Braskalb (XL 357, XL 215, XL 255, XL 355, XL 221 e XL 344), oito da Novartis Seeds (Tork, Master, Exceler, G-186 Traktor, Premium, Avant, Dominium e ND 3047) e oito da Pioneer Sementes (X 1297J, 30F33, 30F80, X1297H, 32R21, 3027, 3081 e 3071) comportaram-se como resistentes ($FR < 1$). Os demais, C 909, C 333B, C 701, C 444, C 435, C 805 AG 6016, AG 9010 e AG 8014 (Sementes Monsanto), XL 340 (Sementes Braskalb) e 3071, 3041 e 30K75 (Pioneer Sementes) foram suscetíveis ($FR \geq 1$). Os resultados mostram que estão disponíveis no mercado vários híbridos de milho que não multiplicam *M. javanica*, portanto, adequados para serem utilizados, em rotação com a soja, em áreas infestadas com esta espécie de *Meloidogyne*. A reação destes materiais à *M. incognita* precisa ser conhecida.

3.2) Arroz

As cultivares de arroz Rio Formoso, Carajás, Primavera, Caiapó, Talismã I, Talismã II, Bonanza, Metica, Best III, Best 2000, Javaé e Maravilha, que são atualmente as mais cultivadas no Brasil Central, foram testadas para *M. javanica*. Todas, com exceção da Rio Formoso, multiplicaram o nematóide. Portanto, o cultivo das mesmas em áreas infestadas com *M. javanica*, em rotação com a soja, não é aconselhável. A cultivar Rio Formoso seria uma boa opção, mas, como a mesma só se presta para cultivo sob irrigação, a sua utilização fica limitada. O

desenvolvimento de cultivares de arroz, resistentes e adequadas para cultivo em áreas de sequeiro, se faz necessário.

3.3) Algodão

Cinquenta e dois genótipos de algodão, incluindo linhagens do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Algodão/Fundação MT e as cultivares mais plantadas atualmente no Brasil Central, foram testados para *M. incognita*, raça 3. Destes, somente a linhagem MT 97-59 e a cultivar IAC 22 comportaram-se como resistentes ($FR < 1$). Os fatores de reprodução nos demais genótipos variaram de 1,5 a 10,7. É urgente o desenvolvimento de cultivares de algodão resistentes, pois, a utilização de materiais suscetíveis levará a um aumento das populações desta espécie de *Meloidogyne*, aumentando os danos no algodão e, também, na soja cultivada na seqüência.

Para se conhecer a influência da rotação de culturas sobre a população de *M. incognita* e o rendimento da soja, na safra 1999/2000 foi instalado um experimento no município de Cornélio Procopio, PR. Este experimento, inicialmente, está programado para dois anos e envolve os seguintes tratamentos: 1) Mucuna cinza (não hospedeira do nematóide) no primeiro ano e soja resistente ('CD 201') no segundo ano; 2) Mucuna cinza no primeiro ano e soja suscetível ('BRS 133') no segundo ano; 3) Híbrido de milho

(P30F80), mau hospedeiro do nematóide, no primeiro ano e soja 'CD 201' no segundo ano; 4) Milho 'P30f80' no primeiro ano e soja 'BRS 133' no segundo ano; 5) Milho 'BR 201', bom hospedeiro do nematóide, no primeiro ano + mucuna cinza (entressafra) e soja 'CD 201' no segundo ano; 6) Milho 'BR 201' + mucuna (entressafra) no primeiro ano e soja 'BRS 133' no segundo ano; 7) Milho 'BR 201' no primeiro ano e soja 'CD 201' no segundo ano; 8) Milho 'BR 201' no primeiro ano e soja 'BRS 133' no segundo ano; 9) Soja 'CD 201' nos dois anos; 10) soja 'CD 201' no primeiro ano e soja 'BRS 133' no segundo ano; 11) Soja 'BRS 133' no primeiro ano e soja 'CD 201' no segundo ano; 12) Soja 'BRS 133' nos dois anos. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 4 repetições. As avaliações (populações de fitonematóides na implantação e na colheita das culturas e rendimento das culturas) serão realizadas em uma área útil de 2m X 1,6m. Na implantação das culturas, as populações médias de juvenis de segundo estágio (j2) de *Meloidogyne* eram de 82,5; 27,5; 35; 37,5; 45; 90; 37,5; 52,5; 127,5; 180; 240 e 305 indivíduos/100 ml solo nos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12, respectivamente. Além de *Meloidogyne*, também foram encontrados em todos os tratamentos os nematóides *Heterodera glycines*, *Rotylenchulus reniformis* e *Helicotylenchus dihystera*.



4

CONTROLE INTEGRADO DE DOENÇAS DA SOJA

Nº do Projeto: 04.099.335

Líder: Ademir Assis Henning

Nº de Subjetos que compõe o Projeto: 06

Unidades Instituições Participantes: Embrapa Soja, Embrapa Trigo, Embrapa Clima Temperado, Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Sementes Básicas, Embrapa Cerrados, Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa CPAF, FAPCEN, EPAGRI, EMPAER, Universidade Federal de Mato Grosso -UFMT, Fundação MT, COOPERVALE, COOPAVEL, DEDINI S.A. Agroindústria, Instituto Biológico, ESALQ

4.1 Caracterização, Epidemiologia e Controle de Virozes de Soja (04.1999.335-01)

Álvaro M. R. Almeida, Tatiana S. Fukuji¹
e Júnior A. Felite²

Virozes em soja são normalmente controladas pelo uso de cultivares resistentes. Dessa forma é necessário que se façam constantes estudos de variabilidade dos vírus e de identificação de novas virozes. Essas informações permitirão a obtenção de novos genótipos resistentes e necessários para os cruzamentos, visando o desenvolvimento de cultivares resistentes.

No Brasil o aparecimento de novas raças do vírus do mosaico comum da soja tem sido frequentemente relatado. Além disso, novos vírus têm sido identificados, nessa cultura.

A busca de novos genótipos resistentes é feita dentro do banco ativo de germoplasma da Embrapa Soja. As plan-

tas são infectadas artificialmente, mediante inoculação mecânica com diferentes estirpes do vírus do mosaico comum da soja (VMCS) e do vírus do mosaico rugoso da soja (VMRuS) (sin. vírus do mosaico-em-desenho do feijoeiro).

No ano agrícola de 1998/99 avaliaram-se 378 genótipos identificando-se 25 novos genótipos resistentes às estirpes G1 e três resistentes à estirpe G5 do VMCS. Nenhum genótipo foi resistente ao VMRuS. A área de melhoramento genético da Embrapa Soja será informada à cerca desses novos genótipos resistentes.

Uma nova virose, encontrada em Londrina, foi identificada como pertencente ao grupo dos potyvirus. Inicialmente, fizeram-se testes para identificar genótipos de soja resistentes e avaliou-se hospedeiros diferenciais. A tentativa de identificação foi feita por ELISA indireto e teste de dupla difusão em agar. Alguns genótipos de soja foram resistentes a esse vírus (Tabela 4.1).

O vírus infectou espécies de várias famílias botânicas (Tabela 4.2). Em tes-

¹ Universidade Estadual de Londrina, Bolsista IC CNPq.

² Bolsista RHAE.

tes de dupla difusão em agar, o vírus reagiu com antissoro preparado contra o VMCS e PVY (Potato virus Y). No teste de ELISA, observou-se que o antissoro

obtido contra o isolado SMV e que originou a imunoglobulina utilizada no teste, apresentou reação similar com o isolado FT 10, sugerindo que os vírus são homólogos (Fig. 4.1). No entanto,

houve diminuição da reação com os isolados denominados Fedegoso e Sertanópolis, provavelmente numa reação heteróloga e sugerindo que esses vírus pertencem ao mesmo grupo da família potviridae, porém, distintos dos isolados de soja SMV e FT 10. Para comparar a sequência dos genes da capa protéica e das inclusões nucleares, entre os isolados conhecidos e outros, recém obtidos, estudos adicionais de

TABELA 4.1. Reação de cultivares de soja inoculadas mecanicamente com vírus isolado de fedegoso.

Cultivar	Reação	Cultivar	Reação
Embrapa 4	16/04*	BR 37	15/0
Embrapa 5	16/11	FT - 10	19/0
Embrapa 25	20/20	FT - Cometa	18/18
Embrapa 32	18/18	FT - Estrela	19/17
Embrapa 33	16/16	FT - Maracajú	14/0
Embrapa 62	20/0	Santa Rosa	17/17
BRS 132	19/19	Bragg	14/14
BRS 133	20/1	Engopa 316	18/6
BRS 135	20/0	Numbaíra	22/0
BRS 136	19/0	MG/BR 48	19/18
BR 16	19/0	Tanner	9/9
BR 36	15/0		

* n° plantas inoculadas/h° plantas infectadas.

TABELA 4.2. Reação de hospedeiros diferenciais inoculados mecanicamente com vírus isolado de fedegoso (*Cassia occidentalis*) e de soja cv. FT- 10.

Hospedeiro	Reação		Hospedeiro	Reação	
	Fedegoso	FT-10		Fedegoso	FT-10
<i>Chenopodium quinoa</i>	LLC	LLC	<i>Nicotiana tabacum Turkish</i>	—	—
<i>C. amaranticolor</i>	LLN	—	<i>N. glutinosa</i>	—	—
<i>C. murale</i>	—	—	<i>N. edwarsonii</i>	—	—
Guar	—	—	<i>Nicotiana tabacum Xanthi</i>	MC	MC
Caruru	—	—	<i>N. debney</i>	—	—
<i>Ocimum basilicum</i>	—	—	<i>N. Clevelandii</i>	MC, NB	—
<i>Gomphrena globosa</i>	—	—	<i>N. tabacum Sansum</i>	MC	—
<i>Crotalaria striata</i>	—	—	<i>Cucurbita pepo</i>	—	—
<i>C. spectabilis</i>	—	—			
<i>C. mucronata</i>	—	—			
Gergelim	M	—			
Feijão Carioca	LLN	—			
Feijão Tibagi	LLN	—			
Feijão Rico 23	N	—			

LLC = lesão local clorótica; LLN = lesão local necrótica; MC = mancha clorótica suave; NB = necrose branca tipo Qbroto; NS = necrose sistêmica; N = nanismo com encarquilhamento.

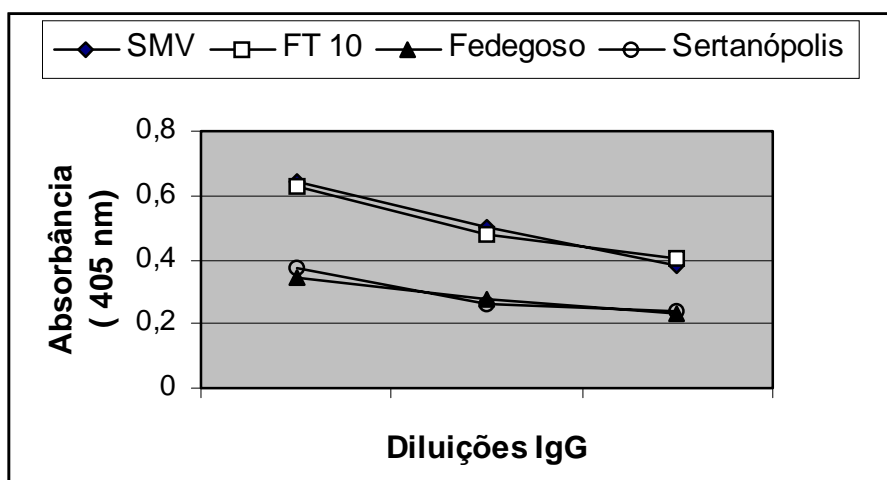


FIG. 4.1. Valores de absorvância observados em teste de ELISA indireto, com isolados do vírus do mosaico comum da soja (SMV e FT 10) e dois outros isolados de soja denominados fedegoso e Sertanópolis.

caracterização desses isolados estão sendo feitos.

1999/2000", "Recomendações Técnicas para a Cultura da Soja no Paraná 1999/2000" e "Recomendações Técnicas para a Cultura da soja na Região Central do Brasil 1999/2000".

4.2 Avaliação da Reação de Genótipos de Soja às Doenças Fúngicas e Variabilidade Patogênica (04.1999.335-03)

José T. Yorinori, Romeu A.S. Kiihl, Leones A. de Almeida, Dario M. Hiromoto¹, Flávia L. B. Roim² e Luiza H. Klingelfuss³

Os resultados práticos obtidos pelas pesquisas desenvolvidas neste Subprojeto foram incorporados nas "Recomendações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina -

4.2.1. Seleção de linhagens e cultivares de soja resistentes às doenças fúngicas. I. Em casa-de-vegetação

No período de janeiro a dezembro de 1999, foram avaliadas em casa-de-vegetação, linhagens da Embrapa Soja e de diversas instituições que desenvolvem trabalhos de melhoramento de soja em parceria com a Embrapa Soja (Embrapa Trigo (Passo Fundo), Embrapa Agropecuária Oeste (Dourados), EMPAER/MS (Campo Grande), Fundação Bahia (Barreiras), Fundação MT (Rondonópolis, MT), Fundação Cerrados (Brasília), CTPA (Goiânia) e FUNAP (Uberaba). Além dessas instituições, o Subprojeto colabora

¹ Embrapa Soja/Fundação MT.

² FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

³ Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina. Bolsista da CAPES.

realizando testes para a FEPAGRO (Júlio de Castilhos, RS). A seguir são apresentados os resultados dos testes realizados em casa-de-vegetação.

1. Cancro da haste: Através da inoculação pelo método do palito-de-dente, foram inoculados no ano de 1999, 9.727 genótipos. Desse total, 6.164 genótipos (63,4%), foram resistentes (R), 1.004 (10,3%) foram moderadamente resistentes (MR) e 2.559 (26,3%) reagiram como moderadamente suscetíveis a altamente suscetíveis (AS). Como se pode observar, 73,7% das linhagens testadas foram resistentes a moderadamente resistentes. A FEPAGRO (Júlio de Castilhos, RS) foi a que apresentou menor número (30,7%) de linhagens com resistência ao cancro da haste.

2. Mancha “olho-de-rã”: para essa doença, foram inoculadas 710 linhagens e cultivares, das quais, 574 (80,8%) foram resistentes (R), 65 (9,2%) apresentaram reação intermediária (I) e 11 (10%) variaram de suscetíveis (S) a altamente suscetíveis (AS).

3. Mancha alvo: foram testadas 327 linhagens da Fundação MT e 349 cultivares. Os resultados mostraram que 251 linhagens (37,2%) reagiram como resistentes (R) a moderadamente resistentes (MR) e as demais 425 (62,9%), foram suscetíveis (S) a altamente suscetíveis (AS).

4. Podridão vermelha da raiz (PVR/SDS): para a PVR foram avaliadas 752 linha-

gens, com inoculações pelo método do palito-de-dente e com grãos de sorgo colonizados, aplicados ao solo. Os resultados mostraram que 195 linhagens (25,8%) foram resistentes (R) a moderadamente resistentes (MR) (até 50% plantas mortas-PM) e 557 linhagens (74,2%) apresentaram reações que variaram de moderadamente suscetível (MS) (mais de 50% PM) a altamente suscetível (AS) (mais de 90% PM). Dentre 246 cultivares inoculadas pelos dois métodos, BR-15 (Mato Grosso), COODETEC-201, COODETEC 202, EMBRAPA-30 (Vale do Rio Doce), EMBRAPA-33 (Cariri RC), EMBRAPA-48, EMBRAPA 58, EMBRAPA-62, EMBRAPA-64 (Ponta Porã), EMBRAPA-66, EMBRAPA-66, EMBRAPA-138, EMGOPA-307 (Caiapó), EMGOPA-309 (Goiana), EMGOPA-316 (Rio Verde), FT-Maracajú, KI-S-602 RCH, MG/BR-54 (Renascença), MS/BR-20 (Ipê), Numbaira, OCEPAR-8, Paranagoiana, UFV-18, PI 520 733 e PI 567 374, apresentaram as menores porcentagens de plantas mortas (%PM).

4.2.2. Seleção de linhagens e cultivares de soja resistentes às doenças fúngicas. II. A campo

Na safra 98/99, as severidades de doenças avaliadas em diferentes regiões produtoras de soja apresentaram grandes variações, em função das irregularidades climáticas (falta ou excesso de chuvas e altas temperaturas). A região mais afetada por excesso de chuva na colheita foi a de Campo Novo do Parecís. A predominância de altas temperaturas favoreceu a ocorrência generalizada de míldio

(*Peronospora manshurica*). Desde a safra 97/98, o míldio vem chamando a atenção e, a cada safra parece estar aumentando sua incidência e severidade. As avaliações anuais tem mostrada haver diferença na reação entre as cultivares (cvs.). O oídio esteve presente em todas as regiões, porém, devido a altas temperaturas, reduziu significativamente sua severidade em relação às safras 96/97 e 97/98. Foi verificado que houve mudança na reação de algumas cultivares, indicando o desenvolvimento de nova(s) raça(s) do fungo *Microsphaera diffusa*. A seguir são apresentados os resultados das avaliações de doenças feitas em várias regiões do Brasil. As determinações da severidade das doenças foliares foram baseadas em porcentagem de área foliar infectada (afi), conforme a escala de 0 = sem sintoma a 5 = mais de 75% afi.

1. Doenças de final de ciclo: Pedro Afonso, TO, as cvs. EMBRAPA 163 (Mirador) e EMGOPA 315 apresentaram baixos níveis de mancha parda (NI = 1,5). As cvs. BR/EMGOPA-314 (Garça Branca) e MG/BR-46 (Conquista), apresentaram elevados níveis (NI = 4,0-5,0) de mancha parda (NI = 3,5-4,0), com perdas estimadas em 10-15%. Em Balsas, MA, as cvs. BRSMA Sambaíba e EMBRAPA 63 (Mirador) mostraram alto nível de tolerância ao crestamento foliar de *Cercospora* na região.

2. Oídio: Em Toledo, PR, as cvs. EMBRAPA 48 (suscetível) e EMBRAPA 59 (moderadamente resistente), estavam

com os mesmos níveis de severidade de oídio. Essa similaridade das duas cultivares na reação ao oídio, em um ano desfavorável à doença, pode indicar uma perda da resistência na cv. EMBRAPA 59 e a necessidade do controle químico em um ano favorável à doença. Em Ubatã, os níveis de infecção (NI) de oídio nas cvs. BR-16 e EMBRAPA 48, atingiram, respectivamente : NI = 5,0 (mais de 75% de área foliar infectada - afi) e NI = 2,0, enquanto as cvs. FT-9 e FT2.000 estavam isentas. Em Cascavel, PR, a cv. EMBRAPA 59 mostrou bom nível de resistência ao oídio (NI = 2,5) quando comparada com a BR-16 e a EMBRAPA 48, ambas com NI = 5,0. Em Toledo, PR, as cvs mais resistentes ao oídio foram BRS 136 (NI = 1,0) e BRS 137 (NI = 1,0), enquanto que as cvs. BRS 135, BRS 137, BRS 155 e BRS 156 foram altamente suscetíveis (NI = 4,5-5,0). Em Mineiros, GO, a cultivar MG/BR-46 (Conquista) apresentou, no estádio R7.1/R7.2, elevado nível de oídio (NI = 4,0-5,0). Em safras anteriores, essa cultivar era tida como das mais resistentes ao oídio. Essa alta incidência de oídio na Conquista indica que houve mudança no quadro de raças do fungo *Microsphaera diffusa*. Em Bom Jesus da Lapa, PR, a cultivar Embrapa 60 (MR para oídio) estava apresentando alta incidência de oídio na bordadura (NI = 4,0-5,0).

3. Mildio: Em Nova Mutum e Lucas do Rio Verde, MT, houve ocorrência generalizada de míldio. As cultivares mais resistentes foram: MT/BR-47 (Canário), MS/BR-61 (Surubi), MS/BRS-173

(Piraputanga) e MT/BR 92 17168. Em Campo Mourão, PR, as cvs. mais suscetíveis foram: BRS 134, BRS 133, BRS 155, EMBRAPA 48 e EMBRAPA 58, M Soy 6101 e M Soy 2002. A cv. EMBRAPA 48, em R3, apresentou grandes manchas amarelas (míldio "gigante"), com desenvolvimento característico do fungo do míldio no verso da folha. O sintoma indicava um alto nível de suscetibilidade ao míldio e poderia ser uma variação genética do fungo *Peronospora manshurica*. Em Itiquira (Sementes Maggi-SM3), MT, as cvs. MS/BRS-167 (Carandá) e MS/BR-57 (Lambari) mostraram-se altamente suscetíveis ao míldio "gigante". As folhas afetadas ficavam retorcidas ou rugosas e as manchas amarelas progrediam para uma necrose castanha a ferruginosa, tendo abundante frutificação do fungo no verso. Esse mesmo sintoma foi também observado em Pedro Afonso, TO e em Campo Mourão, PR. Em Toledo, a severidade de míldio variou de NI = 1,0 a 5,0. As cvs. menos afetadas foram: EMBRAPA 48 (NI = 1,0), EMBRAPA 58 (NI = 2,5) e EMBRAPA 59 (NI = 2,5). A cv. BRS 155 foi a mais suscetível (NI = 5). Em Rondonópolis (Sementes Maggi - SM2), a cv. MT\BR-47 (Canário) apresentou elevado nível de míldio (NI = 3,5) (mais de 30% afi), ao contrário do que foi observado em Uberlândia (Faz. Floresta do Lobo), na safra 97/98, onde, ao lado da DM 247, foi a mais resistente. Essa diferença de reação da cv. MT\BR47 (Canário) ao míldio entre as duas localidades, pode indicar diferença de raças do fungo *P. manshurica*.

4. Mancha alvo: Em Sapezal, MT, as cvs. mais tolerantes foram a MT/BR-49 (Pioneira) (NI = 2,0) e a MS/BRS-59 (Mandi) (NI = 2,0). Em Nova Mutum, MT, as cvs. MT/BR-52 (Curió), BRSMT Uirapurú, MT/BRS 159 (Crixás), MS/BR- 61 (Surubi) e a linhagem MT/BR 92 17168, foram as mais tolerantes, com lesões de halo restrito. Em Mineiros, GO, os níveis de mancha alvo atingiram NI = 2,0-3,0, com halos restritos, enquanto que o nível de podridão radicular de *Corynespora* foi elevado. Em Bom Jesus da Lapa, PR, a cv. EMBRAPA 60 estava com nível NI = 2,0-2,5 de mancha alvo.

5. Mancha foliar de *Phyllosticta* (*P. sojicola*): Na safra 98/99, foi constatada severa incidência de mancha foliar de *Phyllosticta* em Pedro Afonso, TO, atingindo níveis de infecção de 20-30% afi, na cv. BRSMT Uirapurú, principalmente nas lombadas das curvas de nível.

6. Ferrugem (*Phakopsora meibomiae*, anteriormente atribuída a *P. pachyrhizi*): A doença foi constatada na região de Ponta Grossa, porém, não atingiu níveis de danos econômicos.

7. Clorose internerval (Defic. de Ca): Duas das linhagens (MT\BR 95 123 240 e MT\BR 95 123 246) em avaliação de rendimento em Sapezal estavam apresentando níveis elevados de clorose e necrose internerval nas folhas, similar à cultivar BR\EMGOPA 314 (Garça Branca). Com menor severidade, foi também observada na cv. GO/BR 163 (Jataí). Em Pedro

Afonso, TO, a cv EMBRAPA 163 (Mirador) estava apresentando elevada suscetibilidade à mancha foliar atribuída a deficiência de cálcio.

8. Antracnose: Em Campo Novo do Parecis, as cvs. MT/BR-50 (Parecis) e a MT/BR-53 (Tucano) apresentaram níveis de 30-40% de vagens infectadas; outras cultivares que apresentaram manchas de antracnose nas vagens foram: MT/BR-49 (Pioneira), MT/BR-51 (Xingú), MT/BR-52 (Curió), MS/BR- 171 (Campo Grande) e a linhagem MT/BR 94 19576.

9. Podridão vermelha da raiz - PVR: Em Mineiros, GO, a cv. BRSMU Uirapurú apresentou severa incidência de PVR, porém, sem sintoma de folha "carijó". Em Ponta Grossa (Embrapa), as cvs. BRS 156 e BRS 157, apresentaram mais de 50%PM, a maioria das plantas sem sintoma de folha "carijó".

10. Podridão radicular de Rosellinia: Em Conquista, MG, Sementes Boa Fé - Mashotal, a cv. BRSMG Segurança apresentou ocorrência apenas esporádica dessa doença, enquanto que, ao seu lado, as cvs. BRS Carla e BRS MG 68 (Vencedora) apresentaram de 20-30% PM, o que poderia indicar um certo grau de tolerância/resistência na cv. BRSMG Segurança. Em virtude da ampla disseminação do fungo e do aumento da incidência da doença em importantes regiões de produção de soja, seria oportuno investigar essa possibilidade.

11. Podridão castanha da base da haste

- **PBH:** Essa doença não está com a etiologia bem definida. Tem sido freqüente a associação do fungo *Rhizoctonia solani*, porém, parece haver forte influência de altas temperaturas, causando escaldadura no tecido da haste. O sintoma assemelha-se também com a podridão de *Phytophthora*, ainda não identificada no estado do Paraná. Em Toledo, a cv EMBRAPA 59 mostrou reboleira altamente suscetível à PBH. O mesmo ocorreu com a cv. BRS 133 em Realeza. Em Pranchita e Santo Antônio do Sudoeste, a cv. BRS 157 apresentou 100% PM, enquanto que a cv. BRS 134, sobreposta a essa na semeadura, na mesma data, estava totalmente sadia. A presença de sintoma e morte de plantas na cv. BRS 157 (assim como na EMBRAPA 59, EMBRAPA 60, BR-16 e BRS 133) e ausência na BRS 134, indicava nítida diferença de sensibilidade ao problema, entre as duas cultivares. Em Bom Jesus da Lapa, PR, a cv. EMBRAPA 60 (R5.5) estava com 50-70%PM, em uma área de 20 ha. Nessa mesma propriedade, a cv. BR-36 (R5.4) estava com 15-20%PM. Em níveis menores foi também observada nas cvs. BR-16 e FT-Abyara. A ocorrência dessa doença foi observada também em Ponta Grossa (Embrapa SPSB), em pequenas reboleiras.

4.2.3. Novas raças de Cercospora sojina em soja

Com o objetivo de determinar raça(s), dois isolados de *C. sojina* da região de

Balsas, obtidos nas cvs. BR-28 (Seridó) (isolado MA-22-98) e Cariri RCH (isolado MA-24-98), foram multiplicados em meio de V-8 e inoculados nas cultivares diferenciadoras Bienville, Bragg, Clark, Davis, Hill, Hood, Lee, Roanoke, Santa Rosa e Tanner. As cvs. BR-27 (Cariri) e Cariri RCH foram incluídas no teste para confirmação. O isolado MA-24-98, obtido da parcela identificada como cv. Cariri RCH, não infectou essa cultivar, indicando que as plantas infectadas no campo eram misturas suscetíveis. Quando comparados com as 23 raças anteriores, os dois isolados foram distinguidos como duas novas raças de *C. soja*, que foram designadas como raças Cs-24 (isolado MA-22-98) e Cs-25 (isolado MA-24-98).

4.2.4. Transmissão de *Corynespora cassiicola* em sementes de soja

Na safra 1998/99, a mancha alvo afetou as cvs. Embrapa 60 e FT-Abyara no Norte do PR. A doença foi controlada com pulverizações de benomyl (Embrapa 60) e carbendazin (250 g i.a./ha) (FT-Abyara). A fim de verificar a transmissão de *C. cassiicola* pela semente e o efeito da pulverização de fungicidas, foram feitas análises patológicas ("blotter test") em sementes trilhadas manualmente e removidas assépticamente, de vagens infectadas (Embrapa 60). Foram analisadas 10 amostras de 100 sementes trilhadas e sementes retiradas de vagens, de áreas com e sem benomil. Na FT-Abyara, foram analisadas cinco amostras de 100 sementes das áreas com e sem carbendazin e comparadas com sementes tra-

tadas com Tegram [thiabendazole (17g) + thiram (70 g i.a.)/100 kg sementes]. A Embrapa 60, trilhada e sem benomyl, apresentou 6,5% de sementes com *C. kikuchii* (Ck), 1,3% com *C. cassiicola* (Cc) e 4,7% com *Fusarium semitectum* (Fs); com benomyl apresentou: Ck = 2%, Cc = 0,5% e Fs = 3,5%. O benomyl reduziu as sementes com Ck e Cc. Não houve diferença entre as sementes de vagens desinfestadas da área sem benomyl (Ck = 1,8%; Cc = 0,5%; Fs = 0,6%) e com benomyl (Ck = 1,2%; Cc = 0,2%; Fs = 0,4%). A cv. FT-Abyara não apresentou Cc nas sementes e não houve diferença entre as áreas sem carbendazin (Ck = 14,6%; Fs = 2,2%) e com carbendazin (Ck = 12,2%; Fs = 1,4%). O tratamento com Tegram reduziu a frequência de Ck (0,6%) e Fs (0%) em relação às sementes não tratadas (Ck = 14,6% Ck e Fs = 2,2%).



4.3 Levantamento das Doenças Fúngicas da Soja, seus Impactos sobre o Rendimento e Aferição das Atuais Medidas de Controle (04.1999.335-04)

José T. Yorinori, Luiza H. Klingelfuss¹,
Tiago Vieira de Camargo² e Ademir A. Henning

4.3.1. Levantamento das doenças fúngicas da soja e seus impactos sobre o rendimento, ao nível nacional

¹ Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina. Bolsista da CAPES.

² Fundação MT.

Na safra 1998/99 foram realizados levantamentos de doenças de soja em diversas regiões produtoras do Brasil, com anotações da severidade e estimativas do potencial de perdas. As avaliações foram feitas em parcelas demonstrativas de dias de campo e em lavouras comerciais. As estimativas de perdas foram baseadas na severidade da doença, no estágio de desenvolvimento da cultura e nas condições climáticas prevalentes até o momento da avaliação.

As informações obtidas na safra 98/99 mostraram que houve impacto significativo de doenças no rendimento da soja. As doenças mais comuns, causadas por fungos, foram as doenças de final de ciclo (**dfc**) (com predominância da mancha parda), a mancha alvo, o oídio e o míldio. Em áreas localizadas foram observadas incidências de mela (Nova Mutum, Lucas do Rio Verde, Sorriso, Sapezal e Rondonópolis, MT, e Bom Jesus da Lapa, PR), de *Ascochyta* (Mineiros, GO) e queima foliar de *Phyllosticta* (Pedro Afonso, TO). O oídio mostrou variabilidade patogênica, infectando severamente a cultivar MG/BR-46 (Conquista) em Mineiros, GO. Essa cv. foi imune ao oídio na safra 96/97. A antracnose só foi encontrada afetando vagens da cv. MT/BR-50 (Parecís), em Campo Novo do Parecís. Entre as doenças radiculares, a mais freqüente e mais prejudicial à soja na safra, foi a podridão de carvão ou *Macrophomina*, favorecida pela irregularidade das chuvas e altas temperaturas. A podridão vermelha da raiz (PVR) foi observada na maioria das lavouras da região Sul (especialmente em Ponta Gros-

sa, Bom Jesus da Lapa, Palmas, Mangueirinha e Coronel Vivida, no Paraná e São Domingos e Ipaucú, em Santa Catarina) e nas regiões altas dos Cerrados (Mineiros, Chapadão do Céu, GO; Nova Ponte, Iraí de Minas, Santa Juliana, Uberlândia e São Gotardo, MG; São Gabriel D'Oeste, Chapadão do Sul, MS; Alto Taquari e Alto Garça, MT). A podridão radicular de *Corynespora* foi observada na maioria das áreas em plantio direto, porém, não foi feita estimativa de seu impacto no rendimento. A doença foi mais severa na região Sul do Paraná (Mangueirinha, Palmas, Coronel Vivida) e em Santa Catarina (São Domingos e Ipaucú). A podridão aquosa e negra da raiz e da base da haste ou podridão da base da haste (**PBH**), de causa não definida, causou danos significativos no Oeste/Sudoeste (Campo Mourão, Toledo, Pranchita e Santo Antônio do Sudoeste) e Sul do Paraná (Ponta Grossa, Bom Jesus da Lapa, Mangueirinha).

4.3.2. Época de aplicação de fungicidas para o controle de doenças de final de ciclo em soja, em semeadura direta, cultivo mínimo e preparo convencional

Este trabalho teve como objetivo determinar a melhor época de aplicação de fungicidas na soja para controle de patógenos causadores das doenças de final de ciclo (**dfc**) e seu efeito na produtividade de grãos. Foram instalados experimentos em três sistemas de manejo do solo: semeadura direta, cultivo mínimo e preparo convencional; delineamento em blocos ao acaso, com cinco repetições e dez tratamentos. O fungicida utilizado foi o

difenoconazole (75g i.a./ha) e as aplicações foram feitas nos estádios R5.1, R5.2, R5.3, R5.4, R5.5, R5.6, R5.1 com reaplicação em R5.4; R5.2 com reaplicação em R5.5; e R5.3, com reaplicação em R6. Foram avaliados: a severidade de DFC, a porcentagem de desfolha, a produtividade de grãos e o peso de 1.000 sementes. Não houve diferença de rendimento devido ao baixo nível de dfc durante a safra. O melhor controle de dfc foi obtido com duas pulverizações de difenoconazole (75g i.a./ha), em R5.1 e R5.4, nos três experimentos. Os resultados em sistema de cultivo convencional foram superiores aos alcançados em semeadura direta.

4.3.3. Infecção latente de *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* e efeito de fungicidas sobre doenças de final de ciclo em soja

Visando melhor compreender as relações entre a fase de infecção latente (IL) dos patógenos de dfc, o período residual e a eficiência dos fungicidas, foram realizados estudos a campo e em laboratório, na Embrapa Soja, Londrina, PR. A cultivar BR-37 foi semeada em uma área com 15 anos de monocultura de soja-trigo, sendo os últimos seis anos em semeadura direta. Os seguintes fungicidas e doses/ha foram aplicados no estádio R5.3: benomyl (250g), carbendazin (250g), tebuconazole (150g), difenoconazole (75g) e difenoconazole + acibenzolar-S-methyl (60g + 12,5g). A partir da data da pulverização e 7, 14 e

21 dias após, foram coletados 30 folíolos/tratamento/data de amostragem. Após serem desinfestados e tratados com paraquat a 11,64%, os folíolos foram incubados e avaliados, quanto ao nível de colonização ou infecção latente (NIL) e a % de folíolos infectados pelo patógeno. A campo, foram avaliados a severidade de DFC, a % de desfolha, a produtividade de grãos (kg/ha) e o peso de 1.000 sementes. Os resultados mostraram que a IL de *Colletotrichum truncatum* (Ct) já havia ocorrido antes da primeira coleta (R5.3) e a IL de *C. kikuchii* (Ck) só foi observada a partir do sétimo dia após a aplicação de fungicidas. O NIL de Ct nos tratamentos com fungicidas (NIL de 90-100%) não diferiu da testemunha (96,67%) e o NIL de Ck foi menor do que na testemunha (NIL = 100%) apenas no tratamento com difenoconazole (IL = 76,66%). A campo, a incidência de dfc e a absorção dos fungicidas pelas folhas foram limitadas pelo déficit hídrico e altas temperaturas na fase de granação. A severidade de dfc foi menor nos tratamentos com tebuconazole, carbendazin, difenoconazole + acibenzolar-S-metil e benomyl, do que na testemunha. A desfolha só foi menor do que na testemunha (49%) no tratamento com tebuconazole (14%). Não houve diferença no rendimento de grãos entre os fungicidas e a testemunha (2.193 kg/ha), porém, o peso de 1.000 sementes foi maior ($\alpha < 0,05\%$) nos tratamentos com tebuconazole (105,17g) e benomyl (103,56g).

4.3.4. Avaliação do efeito residual de fungicidas aplicados na parte aérea para o controle de doenças de final de ciclo

Visando avaliar a eficiência e o efeito residual de fungicidas no controle de doenças de final de ciclo da soja (**dfc**), foram feitos estudos a campo e em laboratório na Embrapa Soja, Londrina. Em delineamento experimental de blocos ao acaso (seis tratamentos e cinco repetições), os fungicidas benomyl (0,250kg i.a./ha), carbendazin (0,250kg i.a./ha), tebuconazole (0,150kg i.a./ha), difenoconazole (0,075kg i.a./ha) e acibenzolar-S-methyl + difenoconazole (60g + 1,25g i.a./ha) foram aplicados na cv. BR-37 em R5.3. Semanalmente, a partir da pulverização, foi coletada a quarta folha de seis plantas/parcela, que após desinfestadas e tratadas com paraquat, foram incubadas em gerbox. Após 5 dias de incubação foi avaliado o grau de colonização das folhas através da escala de notas de 0 = ausência a 5 = >75% colonizada. A campo foram avaliadas a severidade das **dfc** (escala de NI=0: ausência de sintoma a NI=5: >75% da área foliar infectada), o rendimento e o peso de 1000 grãos. A campo houve baixa incidência de mancha parda e crestamento foliar de *Cercospora*. Em laboratório, observou-se a presença de *Colletotrichum truncatum* e *C. kikuchii*, em níveis crescentes com a data de coleta. Houve diferença apenas na última avaliação e o difenoconazole apresentou maior efeito residual. A campo, a severidade de **dfc** na testemunha (NI=3) foi maior do que nas parcelas com tebuconazole (NI=2), carbendazin (NI=2,1) e acibenzolar-S-methyl +

difenoconazole (NI=2,5). Não houve diferença de rendimento entre a testemunha (2.193 kg/ha) e os fungicidas (1.949-2.264 kg/ha). O desenvolvimento das **dfc** foi limitado pela estiagem e altas temperaturas, que predominaram durante a safra.

4.3.5. Controle químico das doenças da soja, safra 1998/99

Com os objetivos de avaliar: a) a eficiência relativa de quatro fungicidas; b) o efeito do número de aplicações e c) o(s) estágio(s) de desenvolvimento da soja mais adequado(s) para a aplicação de fungicida no controle de doenças de final de ciclo (**dfc**), de mancha alvo e de oídio, foram realizados experimentos em **Primavera do Leste** (Faz. Juriti; cvs. MT/BR-53 e BR/EMGOPA 314 (Garça Branca), **Nova Mutum** [Faz. experimental da COOPerval; cvs. MT/BR-53 e BR/EMGOPA 314 (Garça Branca)] e em **Rondonópolis** [Faz. SMII - Maggi; Rodov. BR 163, km 94; cvs. BRSMT Uirapurú e BR/EMGOPA 314 (Garça Branca)], MT. Os fungicidas e dosagens (g i.a./ha) foram: benomyl (Benlate 500 PM) (250g), carbendazin (Derosal 500 SC) (250g), difenoconazole (Score 250 CE) (75g) e tebuconazole (Folicur 200 CE) (150g). Os estádios e número de aplicações foram: I) Cultivares MT/BR-53 (Tucano) e BR/EMGOPA 314 (Garça Branca), em Primavera do Leste (Faz. Juriti): uma aplicação em R5.1, R5.2/R5.3, R5.4 e em R5.5; duas aplicações: em R5.1 + R5.2/R5.3, em R5.2/R5.3 + R5.4 e R5.4 + R5.5; três aplicações: em R5.1 + R5.2/R5.3 + R5.4, e em R5.2/R5.3 + R5.4 + R5.5. II) Cultivares MT/BR-53 (Tucano) e BR/

EMGOPA 314 (Garça Branca), em Nova Mutum, para doenças de final de ciclo: uma aplicação em R5.1, R5.2/R5.3 e em R5.4; duas aplicações: em R5.1 + R5.2/R5.3 e em R5.2/R5.3 + R5.4, e tres aplicações: em R5.1 + R5.2/R5.3 + R5.4. III) Cultivar BRSMT Uirapuru, para mancha parda e oídio e BR/EMGOPA 314 (Garça Branca) para mancha parda e mancha alvo, em Rondonópolis: uma aplicação em R5.1, R5.2/R5.3 e em R5.4; duas aplicações: em R5.1 + R5.2/R5.3 e em R5.2/R5.3 + R5.4, e tres aplicações: em R5.1 + R5.2/R5.3 + R5.4.

Os seguintes resultados foram obtidos: Em **Primavera do Leste**: não houve consistência dos rendimentos obtidos com as aplicações de fungicidas nas cvs.MT/BR53 (Tucano) e BR/EMGOPA 314 (Garça Branca). Os níveis de severidade de mancha parda e de desfolha na maturação, não foram suficientes para causar níveis de danos significativos. Todavia, houve diferenças entre os fungicidas, na eficiência do controle de mancha parda (dfc). Os fungicidas benomyl, carbendazin e difenoconazole foram os mais eficientes. Em relação à mancha alvo na cv. BR/EMGOPA 314 (Garça Branca), nenhum dos fungicidas mostrou qualquer efeito sobre a doença. Na cv. MT/BR-53 (Tucano), o tebuconazole foi menos eficiente na redução da desfolha.

Nova Mutum: Semelhantemente ao ocorrido em Primavera do Leste, não houve resposta à aplicação de fungicidas nas cultivares MT/BR-53 (Tucano) e BR/EMGOPA 314 (Garça Branca).

Rondonópolis: Na Fazenda SM3, houve incidências relativamente altas de dfc

e oídio na cultivar BRSMT Uirapuru e de dfc (septoriose) e mancha alvo na cultivar BR/EMGOPA 314 (Garça Branca). Para o controle de dfc, todos os fungicidas apresentaram redução significativa de severidade, em relação à testemunha, porém, o tebuconazole foi o menos eficiente. Os resultados foram semelhantes para as duas cultivares. Para o controle do oídio, os fungicidas benomyl e carbendazin mostraram menor eficiência do que o difenoconazole e o tebuconazole. O impacto das dfc e oídio sobre o rendimento da cv. Uirapuru variou de 10 a 11 sacas/ha. Na cultivar BR/EMGOPA 314 (Garça Branca), o controle das dfc, foi semelhante ao observado na Uirapuru. Para o controle da mancha alvo, os fungicidas mais eficientes foram o benomyl e o carbendazin, porém, ambos só conseguiram reduzir significativamente a severidade, com duas aplicações. Os fungicidas difenoconazole e tebuconazole não apresentaram nenhum controle da mancha alvo. Quanto aos estádios e número de aplicações, de modo geral, os tratamentos com duas e tres aplicações apresentaram maior rendimento e melhor controle das dfc e do oídio, porém, não houve definição do melhor estágio para aplicação.

4.3.6. Efeito do manejo do solo no desenvolvimento radicular, na incidência de doenças radiculares e no rendimento da soja, em cultivo convencional, cultivo mínimo e plantio direto

Com o objetivo de avaliar o efeito do manejo do solo no desenvolvimento radicular da soja e na incidência de doen-

ças de raízes, foi iniciado um estudo em área experimental da Embrapa Soja, na safra 1998/99. Essa área (25-35m de largura e 550m de comprimento) tinha o histórico de 15 anos de cultivo de soja-trigo, sendo 9 anos seguidos de cultivo convencional e os últimos seis anos em plantio direto. A área que estava extremamente compactada, foi dividida em três partes e submetida, respectivamente, ao preparo convencional (CC), ao cultivo mínimo (CM) e uma parte mantida em plantio direto (PD). A soja (cv. BR-37) foi semeada em 4/12/98, com a mesma semeadeira, nas três áreas. Após a colheita da soja, foi semeado o milho safrinha e o trigo, dividindo a área da curva longitudinalmente em duas metades. Os rendimentos da soja nos CC e CM, foram superiores ao do plantio direto (37 sacos de 60 kg/ha) em 6,13 e 3 sacos, respectivamente. No CM, a soja prolongou o ciclo em 5 dias. No trigo, os rendimentos do CC e CM superaram o do PD (25 sacos de 60 kg/ha) em 2,88 e 6,42 sacos, respectivamente. No milho safrinha, a área em PD teve rendimento zero (0); o CC produziu 37 sacos/ha e o CM 23 sacos/ha. Tanto as safras de verão (soja) como a de inverno (trigo) e a safrinha de milho transcorreram sob severa deficiência hídrica. Os níveis de podridão de raiz na cultivar BR-37, foram mais severos no plantio direto do que nos cultivos mínimo e convencional. Os principais fungos associados com a podridão de raiz foram a *Macrophomina phaseolina* e diferentes espécies de *Fusarium*. Estas espécies de *Fusarium*, provavelmente, eram saprófitas, associadas com raízes

danificadas pela *Macrophomina*. No estágio de maturação da soja, a porcentagem de raízes infectadas por *Macrophomina* não variou entre os três sistemas de manejo do solo e foi de 78,5% no cultivo convencional, 82% no cultivo mínimo e de 82,5% no plantio direto. Entretanto, foram observadas diferenças nos níveis de severidade dos danos nas raízes. Quando, na maturação, as raízes foram classificadas, de acordo com a extensão da necrose, em saudáveis, levemente infectadas, infecção moderada, infecção severa ou raízes mortas, as porcentagens de infecção severa ou raízes mortas foram de 53% no cultivo convencional, 30% no cultivo mínimo e 66% no plantio direto.



4.4 Patologia e Tratamento de Sementes de Soja (04.1999.335-06)

Ademir A. Henning, Warney M. Costa Val, José de B. França Neto, F.C. Kryzyzanowski, N.P. Costa, Leila Costamilan¹, Emídio R. Bonato¹, Celso A. Dal Piva², José C. M. Menon³, Tiago V. Camargo⁴, Marcia M. Yuyama⁴, Rogério B.O. Garrido⁵ e Paula C. Francovig⁶

O tratamento da semente com fungicidas, além de controlar patógenos importantes que podem ser transmitidos pela semente, é uma prática eficiente para

¹ Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

² EPAGRI, Chapecó, SC.

³ Embrapa Sementes Básicas, Ponta Grossa, PR.

⁴ Fundação MT, Rondonópolis, MT.

⁵ FEMA, Assis, SP.

⁶ Bolsista do CNPq, Embrapa Soja, Londrina, PR.

assegurar população adequada de plantas, quando as condições de umidade do solo durante e após a semeadura são desfavoráveis. A área de soja semeada com sementes tratadas, passou de 5% (safra 1991/92) para cerca de 80% na safra 1998/99, segundo estimativas. A adoção maciça da tecnologia têm resultado em grande economia de sementes por parte dos produtores, que hoje utilizam até menos de 50 kg de sementes por hectare ao invés de 100 kg ou mais, como no passado. Além da economia de sementes, o estabelecimento de populações mais adequadas de plantas têm resultado na diminuição de doenças e aumento do rendimento.

Os objetivos desse subprojeto foram:

a) avaliar a eficiência de novos fungicidas e/ou misturas desses para o tratamento de sementes de soja sob diversas condições edafoclimáticas; e b) avaliar a eficiência de novos princípios ativos no controle de fitopatógenos importantes transmitidos pela semente.

Os efeitos dos fungicidas recomendados para o tratamento de sementes sobre o estabelecimento da população, altura de plantas e o rendimento foram avaliados em uma rede de experimentos, em parceria com diversas instituições, em Londrina e Ponta Grossa (PR), Passo Fundo (RS), Abelardo Luz (SC), Rondonópolis (MT) e Assis (SP). O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados com quatro repetições.

Na safra 1998/99, apenas os experimentos de Ponta Grossa e Rondonópolis mostraram respostas significativas aos tratamentos com fungicidas. Nas demais

localidades: Passo Fundo, Abelardo Luz, Assis e Londrina, a ocorrência de condições favoráveis de umidade no solo, favoreceram a rápida germinação e emergência da soja, não evidenciando diferenças entre sementes tratadas e não tratadas.

Resultados mais expressivos foram obtidos no experimento realizado em Ponta Grossa, PR (Tabela 4.1). Confirmando observações de anos anteriores, o tratamento com procloraz (Sportak) causou séria toxidez, resultando em menor população de plantas (apenas 8,56%), que refletiu-se na altura de plantas (34,88cm) e resultou no menor rendimento, somente 1.168kg/ha. Esta produção só ocorreu devido à capacidade da soja de emitir mais ramificações, produzir mais vagens e assim, compensar a baixa população de plantas. O melhor tratamento, que diferiu da testemunha na população de plantas, foi Euparem 500 PM + Suport 500 SC, que apresentou 73,75% enquanto a testemunha 56,69%. Todavia nos demais parâmetros avaliados (altura de plantas e rendimento), não houve diferença entre os tratamentos com fungicidas e a testemunha sem tratamento, exceto para o tratamento Derosal 500 SC + Sportak (Prelude SP WS), que foi inferior em todas as avaliações.

A eficiência dos fungicidas, novos ou já recomendados, e suas misturas para o controle de patógenos importantes, transmitidos pelas sementes, foi avaliada em laboratório, na Embrapa Soja, Londrina, PR. Sementes da cultivar MT/BR-51 (Xingu), apresentando 23,0% de *Phomopsis* sp. e 5,5% de *Fusarium*

semitectum, foram tratadas com diversos fungicidas e misturas e avaliadas pelo método do papel-de-filtro (blotter test). Nesta avaliação, foram testados os mesmos fungicidas e misturas utilizados nos ensaios de campo, exceto a mistura Tegram + CoMol. Por outro lado, foram também incluídos os tratamentos, Celest Extra 050 FS nas doses de 150 e 200 ml/100kg de sementes.

Para o controle de *Phomopsis* sp., apenas as misturas Vitavax-Thiram e Spectro Maxim 025FS não erradicaram o fungo das sementes. Com relação a *Fusarium semitectum*, além dessas misturas, cinco outras não erradicaram o fungo apesar de reduzirem significativamente o índice de infecção das sementes. Sementes tratadas com Vitavax-Thiram 200 SC apresentaram 1,50% de *Phomopsis* sp., diferindo dos demais tratamentos fungicidas. Com relação a *Fusarium semitectum*, apesar de seu índice de ocorrência nas sementes ser baixo (5,5%), o tratamento Spectro + Maxim 025FS resultou em 1,88% de infecção, seguido por Celest Extra 050 FS, 150ml/100 kg de sementes (1,75% de

infecção); Spectro + Rhodiauram 500 SC (1%); Celest Extra 050 FS, na dose de 200ml (0,88%) e Vitavax-Thiram (0,63%). Derosal 500 SC + Rhodiauram 500 SC e Taneguard (280g) apresentaram apenas 0,13% de sementes infectadas (Tabela 4.2).

Com relação à qualidade fisiológica, avaliada através do teste de emergência em areia, apesar de nenhum tratamento diferir significativamente do tratamento testemunha, a mistura Derosal + Wuxal CoMo resultou em menor emergência (76,67%). O melhor resultado (92,17%) foi obtido no tratamento com Celest Extra 050 FS na dose de 150ml/100kg de sementes. Quanto ao índice de plântulas anormais não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos.

Vale ressaltar que o fungicida Sportak (Prelude SP WS) "procloraz", em determinados tipos de solo e clima (Ponta Grossa), apresentou problemas de toxidez e resultou em drástica redução da população de plantas. Portanto, "procloraz" não deve ser considerado como opção para o tratamento de sementes de soja.



5

CARACTERIZAÇÃO DAS RESPOSTAS DA CULTURA DA SOJA AOS ELEMENTOS DO CLIMA

Nº do Projeto: 04.0.94.331

Líder: José Renato Bouças Farias

Nº de Subprojetos que compõem o projeto: 03

Unidades/Instituições Participantes: Embrapa Soja; Embrapa Trigo; Embrapa Cerrados; Campo Experimental de Balsas; JIRCAS e Instituto Agrônômico do Paraná.

Na moderna agricultura, competitiva e globalizada, incrementos nos rendimentos e redução dos custos e dos riscos de insucesso passaram a ser exigências básicas. O aumento de eficiência no uso de recursos e de insumos, a melhoria qualitativa dos produtos agrícolas e a preservação dos recursos naturais, são os desafios deste novo cenário. Dentre os fatores de produção, o clima apresenta-se como um dos únicos praticamente incontrolável. Certas adversidades climáticas, como a falta de água, podem em alguns casos, ser total ou parcialmente amenizadas, porém não se pode cultivar, economicamente, plantas não adaptadas ao clima. As pesquisas que visam quantificar a resposta da cultura às condições ambientais aparecem como parte importante nesse universo, uma vez que contribuem, sensivelmente, para o desenvolvimento de estudos nos campos de melhoramento genético, fisiologia vegetal, manejo da cultura, fitossanidade, etc., bem como para decisões operacionais e estratégicas ao nível de país e de agricultor. Dos elementos climáticos, a temperatura, o fotoperíodo e a disponibilidade hídrica são os que mais afetam o desenvolvimento e a produtividade da soja.

Em linhas gerais, no presente projeto buscou-se caracterizar e quantificar os efeitos destes elementos sobre a cultura, e representá-los na forma de modelos matemáticos. Neste sentido, foram avaliadas as necessidades hídricas da cultura e identificados, caracterizados e quantificados os principais mecanismos de tolerância ao déficit hídrico e as respostas das cultivares de soja a diferentes termofotoperíodos. Por fim, foram ajustados, calibrados e validados modelos de previsão de rendimentos e de simulação do crescimento da cultura da soja. Este projeto foi encerrado em dezembro de 1999.

5.1 Respostas da Cultura da Soja à Disponibilidade Hídrica (04.0.94.331-01)

José Renato Bouças Farias, Norman Neumaier, Alexandre Lima Nepomuceno, Nelson Delatre, José Renato Bordignon, Tetsuji Oya¹, Mário Luiz Maxwell Zaparoli² e Elaine Cristina Casagrande³

A imprevisibilidade das variabilidades climáticas confere à ocorrência de adversidades climáticas o principal fator de risco e de insucesso na exploração da cultura da soja. Em relatório sobre segurança agrícola elaborado pelo Ministério do Planejamento, consta a ocorrência de secas como principal evento sinistrante (71% dos casos), seguida por chuva excessiva (22% dos casos), granizo e geada. Além destes, são mencionadas ainda perdas devido a tromba d'água, vento frio, vento forte, variação excessiva de temperatura e enchentes. Fora os eventos exclusivamente climáticos, relatam ainda perdas por ocorrência de pragas e de doenças (responsáveis por 0,20% nas safras de verão e por 0,05% nas de inverno). Estresses abióticos como a seca podem reduzir significativamente rendimentos em lavouras, restringindo as latitudes e os solos onde espécies comercialmente importantes podem ser cultivadas. As implicações são enormes uma vez que, não somente produtores, mas toda a sociedade é afetada. Deficit hídrico normalmente é o principal fator responsável por perdas na lavoura. Apesar dos grandes prejuízos advindos da ocorrência de secas, pouco ou quase nada se

tem para apresentar como solução ao produtor, sem aumentar seu custo de produção. Tudo isto justifica a busca de novas informações no sentido de otimizar o seu cultivo, possibilitando a obtenção de maiores rendimentos e menores riscos.

Neste sentido, no presente subprojeto foram conduzidos diversos experimentos, procurando-se avaliar e caracterizar as necessidades hídricas da cultura da soja e identificar quais respostas agrônômicas e/ou fisiológicas são mais afetadas pela ocorrência de déficits hídricos e quais aquelas que caracterizam os genótipos mais sensíveis e os mais tolerantes à seca. A fenologia, a resistência estomática, a taxa fotossintética, a taxa transpiratória, o teor relativo de água, a temperatura foliar, o potencial osmótico da folha, o sistema radicular e o rendimento e seus componentes, foram alguns dos parâmetros avaliados em diferentes cultivares, submetidas a distintas condições de disponibilidade hídrica no solo, a fim de permitir uma melhor compreensão das relações da água no sistema solo-planta-atmosfera. Ao longo de todo o período de condução dos experimentos a campo, foram monitorados parâmetros atmosféricos e a umidade do solo (por termogravimetria, tensiômetros de coluna de mercúrio e sonda de neutrons), visando caracterizar, da melhor maneira possível, a demanda evaporativa da atmosfera e a disponibilidade hídrica no solo. Também foram avaliados alguns parâmetros físicos e químicos do solo, procurando-se caracterizá-lo.

Como principais resultados, destaca-se a definição metodológica do teor rela-

¹ JIRCAS.

² Bolsista do CNPq.

tivo de água e da taxa fotossintética como parâmetros que melhor expressam a condição hídrica da cultura e a maior ou menor tolerância dos genótipos ao déficit hídrico. Os genótipos tolerantes à seca têm capacidade de emitir raízes mesmo em condições adversas, o que os difere dos genótipos sensíveis, os quais emitem raízes somente na presença de condições ideais. Tanto a taxa fotossintética quanto a resistência estomática, tendem a recuperar e, até mesmo, compensar os prejuízos advindos da ocorrência de déficits hídricos, quando as condições ótimas de disponibilidade de água no solo são restabelecidas. Os conteúdos de amido e açúcares totais tendem a ser maiores sob ótima disponibilidade hídrica. Vários resultados têm demonstrado que as cultivares OCEPAR 4 e BR-4 apresentam maior tolerância à seca do que 'Bragg' e 'BR-16', tidas como mais sensíveis. Nas duas últimas safras, foi incluída nos experimentos a cultivar Embrapa 48. Pelos resultados obtidos, verifica-se um comportamento em relação à disponibilidade hídrica bastante semelhante desta cultivar com a BR-4, tanto em termos fisiológicos (como por exemplo, taxa fotossintética) como agrônômicos. Em avaliações de taxa fotossintética realizadas em 1999, verificaram-se pequenas perdas na fotossíntese quando submetida a déficit hídrico, em comparação às demais cultivares avaliadas (Figura 5.1). Na safra 98/99, foram comparadas as 10 (dez) cultivares de soja da Embrapa mais plantadas, em relação à resposta à disponibilidade hídrica. As cultivares foram conduzidas dentro e fora

do abrigo, com déficit hídrico severo durante a fase reprodutiva e sem restrição hídrica ao longo de todo o ciclo, respectivamente. Foram feitas várias avaliações durante o período de diferenciação hídrica e logo após este. Verificou-se que a cultivar Embrapa 48 foi uma das que menos reduziu a taxa fotossintética e a que manteve maior valor deste parâmetro imediatamente após o fim do período de deficiência (Figura 5.2).

Toda e qualquer característica com expressão de uma resposta fisiológica e/ou agrônômica, tem uma base molecular/genética. Portanto, compreender como cada gene é individualmente expresso é o ponto inicial para entender-se os mecanismos de resposta ao déficit hídrico. Em 1999 tiveram início os trabalhos na área de biologia molecular, tendo-se como principal objetivo a identificação de genes diferencialmente expressos durante situações de déficit hídrico. Nesta primeira fase introduziu-se a técnica de "Differential Display" que permite o isolamento de mRNAs diferencialmente expressos e possibilita que os mesmos sejam clonados e sequenciados para posterior avaliação da atividade destes mRNAs na forma de proteínas.

O "Monitoramento Agrometeorológico da Área Experimental da Embrapa Soja" (ação complementar deste subprojeto), mostra que os valores de temperatura observados durante todo o período ficaram muito próximas das normais da região, ao passo que os de precipitação pluviométrica foram bastante diferentes. A temperatura média do ano ficou em torno de 0,4°C acima da normal. As tem-

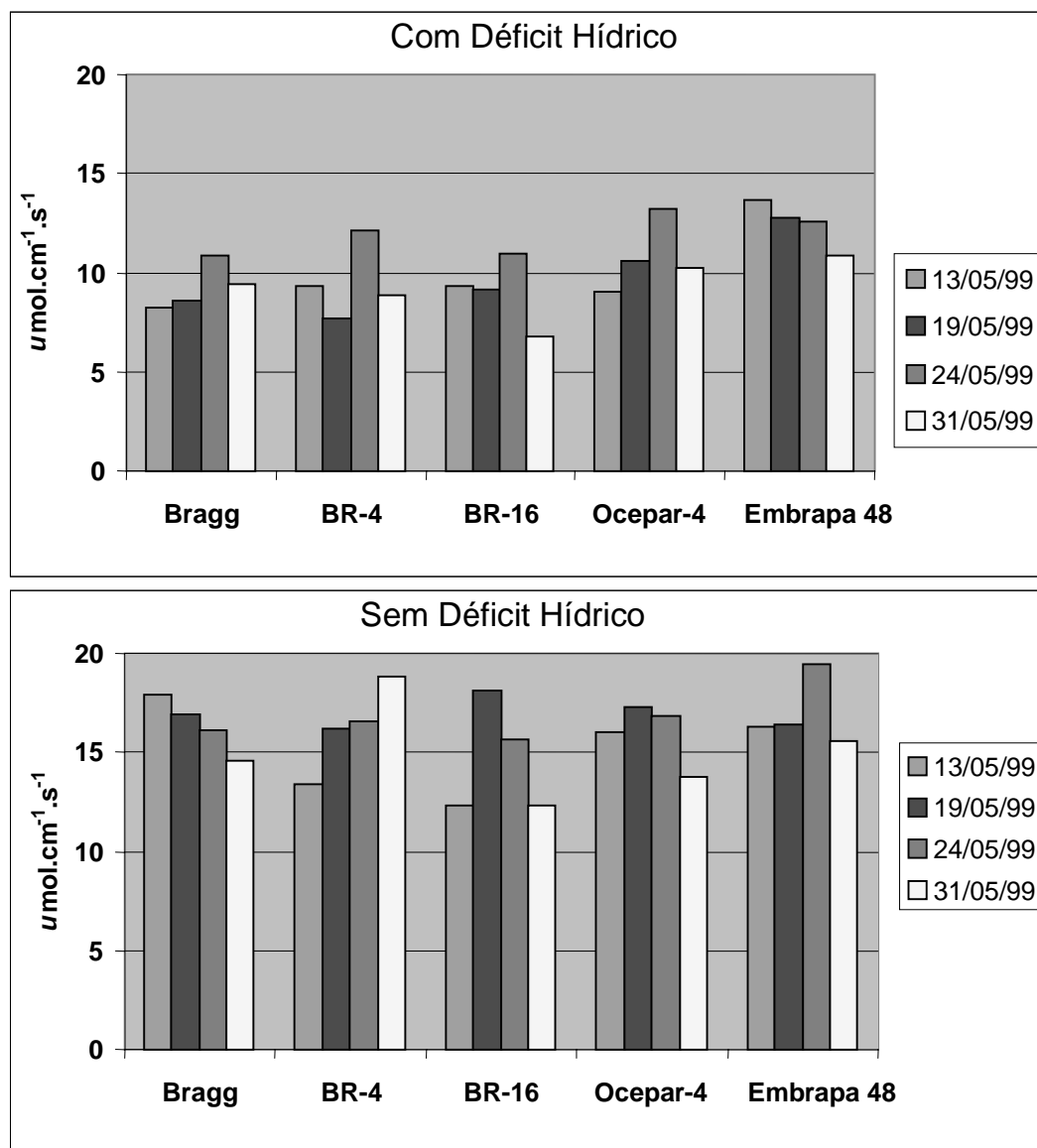


FIG. 5.1. Taxa Fotossintética ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de cinco cultivares de soja submetidas a déficit hídrico e sem déficit hídrico, em quatro datas de avaliação, em casa de vegetação. Londrina, PR, Embrapa Soja, 1999.

peraturas mínimas observadas em 1999 foram superiores às normalmente verificadas, ficando a mínima absoluta em torno de $2,3^{\circ}\text{C}$ e a média anual das mínimas em $16,1^{\circ}\text{C}$, contra $-3,5^{\circ}\text{C}$ e $15,5^{\circ}\text{C}$,

das normais climatológicas da região, observadas no período de 1958 a 1990. As temperaturas máximas observadas no ano de 1999 ficaram muito próximas das normais da região e bem abaixo das ob-

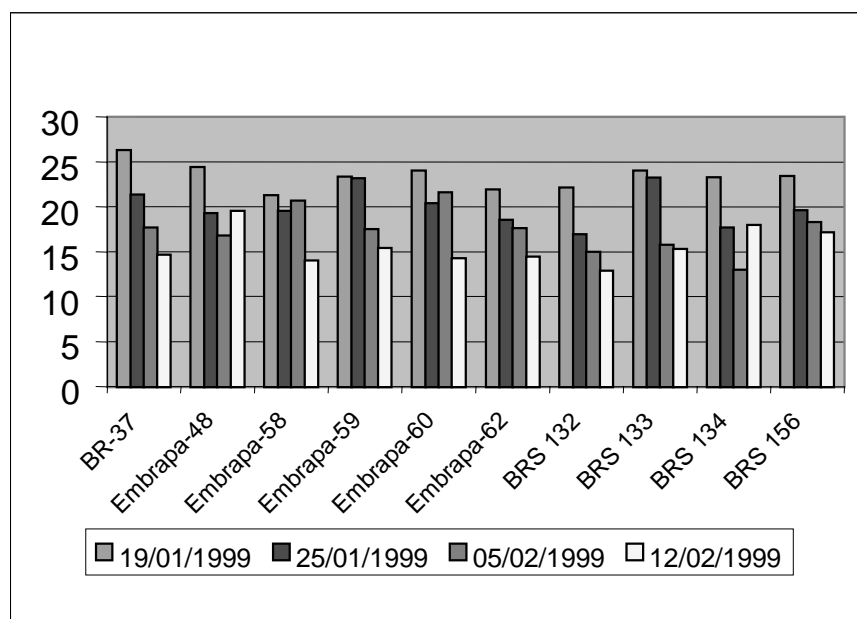


FIG. 5.2. Taxa fotossintética ($\text{umol.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$) de dez cultivares de soja submetidas a déficit hídrico durante o período reprodutivo. Londrina, PR, Embrapa Soja, 1999.

servadas em 1998. A temperatura máxima absoluta em 1999 ficou em $35,1^{\circ}\text{C}$, contra $39,9^{\circ}\text{C}$ observada em novembro de 1998 (máxima absoluta da região). A média anual das máximas ficou em $26,8^{\circ}\text{C}$, ficando $0,4^{\circ}\text{C}$ abaixo da normal para a região. Em 1999 registrou-se um volume total de chuvas de 1029mm, ficando bem abaixo do normal para a região (cerca de 1620mm). O Volume de chuvas nos meses de agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro foi bem menor que o normal (0, 50, 94, 39 e 103mm contra 63, 105, 161, 150 e 223mm, respectivamente), gerando um grande déficit hídrico neste período (Figura 5.3).

O desenvolvimento de pesquisas sobre a seca tem esbarrado na falta de equipamentos de controle da precipitação,

para trabalhos a campo. Muitas vezes, a solução para o problema inclui a necessidade de desenvolver os próprios equipamentos. Assim, a Embrapa Soja desenvolveu um dispositivo sensor de chuva, com o objetivo de automatizar o controle de abrigos móveis. Seu baixo custo e perfeito funcionamento têm despertado o interesse das inúmeras pessoas que visitam a Unidade. Por esta razão e por ter várias outras aplicações cuja a água seja o fator de partida (como por exemplo abertura de comportas de barragem, acionamento de sistemas de irrigação, estruturas de secagem, etc.), este dispositivo foi patenteado pela Embrapa em 1999.



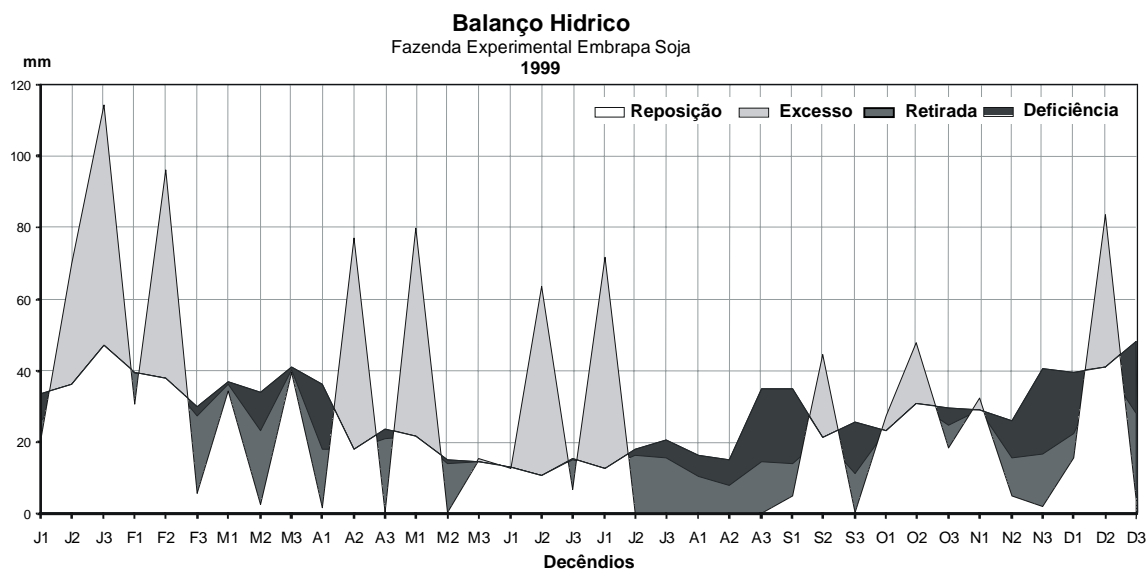


FIG. 5.3. Balanço hídrico decendial, para a cultura da soja, na área experimental do CNPSo, utilizando-se uma capacidade de água disponível de 100mm. Londrina, PR, Embrapa Soja, 1999.

5.2 Base Ecofisiológica do Florescimento Tardio sob Dias Curtos em Soja (04.0.94.331-02)

Norman Neumaier, José Renato Bouças Farias, Alexandre Lima Nepomuceno, Gottfried Urben Filho¹, Gilberto Rocca Cunha², Maurício Conrado Meier³, Tetsuji Oya⁴ e Nelson Delattre

A amplitude de adaptação de qualquer cultivar de soja é determinada pela sua sensibilidade ao fotoperíodo. A adaptação da soja pode ser ampliada pelo uso do período juvenil longo (PJL), que proporciona maior estabilidade de produção numa vasta gama de épocas de semeadura e regiões. Ainda, pouco se conhece da fisiologia do modo de ação do PJL,

bem como dos aspectos genéticos envolvidos (herança, modificadores, etc.). Este conhecimento restrito dificulta o uso da característica PJL no melhoramento de soja. Neste sentido, o presente subprojeto teve como objetivos (1) quantificar o efeito da temperatura sobre a resposta do florescimento das cultivares de soja ao fotoperíodo; (2) caracterizar e determinar quantitativamente as fases juvenil, indutiva e pós-indutiva em cultivares de soja; (3) determinar parâmetros, inerentes à cada cultivar, para serem usados na modelagem das respostas do florescimento a diferentes termofotoperíodos e (4) identificar e caracterizar genótipos com diferentes respostas às variáveis termofotoperiódicas em soja para o estudo dos mecanismos genéticos destas respostas.

¹ Embrapa Cerrados.

² Embrapa Trigo.

³ CEBalsas.

⁴ JIRCAS (Acordo JIRCAS/Embrapa Soja).

Neste último ano (1998/99), foram instalados dois experimentos. Entretanto, os resultados de apenas um deles estão disponíveis e serão aqui relatados, na média dos anos. O experimento intitulado "Caracterização das respostas do florescimento de genótipos de soja submetidos à diferentes termofotoperíodos" foi instalado a campo, em quatro locais (Embrapa Trigo - Passo Fundo, RS Lat. 28°S; Embrapa Soja - Londrina, PR, Lat. 23°S; Embrapa Cerrados - Planaltina, DF, Lat. 16°S; e Embrapa Soja, CEBalsas - Balsas, MA, Lat. 8°S), no decorrer das safras de 1996/97, 1997/98 e 1998/99. Este ensaio constou de 15 genótipos de soja (Paraná, OCEPAR 8, OCEPAR 9 (SS 1), Paranagoiana, IAS 5, Bragg, BR 27 (Cariri), BR-15 (Mato Grosso), UFV 1, Embrapa 20 (Doko RC), FT-Cristalina, BRQ10220028, BR83-6288, BR-16 e Fiskeby V). O delineamento experimental foi o completamente casualizado com seis repetições. As parcelas foram covas com 4-5 plantas. Com exceção dos da-

dos de Passo Fundo, na primeira safra, e os de Balsas, na última safra, os dados foram coletados, analisados e são aqui apresentados, na média dos anos.

As temperaturas médias diárias foram maiores em Balsas, onde estiveram ao redor de 24°C durante o período vegetativo e de 25,5°C durante o período reprodutivo (Fig. 5.4A). As temperaturas médias em Planaltina foram menores que as de Balsas, ficando ao redor de 23°C, sem muita variação nos distintos períodos da cultura (Fig. 5.4A). Londrina apresentou temperaturas médias ao redor de 24°C, portanto menores que as de Balsas e maiores que as de Planaltina (Fig. 5.4A). Passo Fundo apresentou temperaturas menores do que as das outras localidades e bem distintas nos diferentes períodos da cultura. No período semeadura-floração a temperatura média foi de 22°C e decresceu até cerca de 20°C no período floração-maturação, tendência esta, inversa à observada em Balsas (Fig. 5.4A).

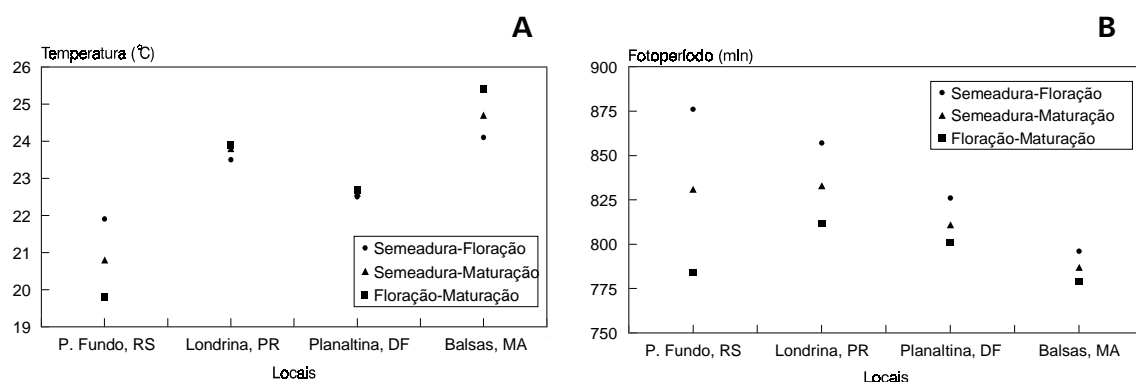


FIG. 5.4. Temperaturas (A) e fotoperíodos (B) médios ocorridos em 4 locais/latitudes (Passo Fundo, RS/28°S; Londrina, PR/23°S; Planaltina, DF/16°S; Balsas, MA/08°S), durante os períodos vegetativo e reprodutivo e ciclo total de 15 genótipos de soja, na média das safras de 1996/97, 1997/98 e 1998/99. Londrina, PR. Embrapa Soja. 1999.

Dados interessantes foram obtidos, também, com relação ao fotoperíodo médio ocorrido, nos quatro locais, nos períodos vegetativo e reprodutivo dos 15 genótipos estudados. Comparando-se fotoperíodos médios observados nos períodos vegetativo e reprodutivo dos 15 genótipos, dentro de locais, a maior variação ocorreu em Passo Fundo (1h e 36min) e a menor em Balsas (17min). A variação máxima no foto-período médio, entre localidades, no período vegetativo foi de 1h e 19min entre Passo Fundo e Balsas. No período reprodutivo, foi de 34 min entre Londrina e Passo Fundo (Fig. 5.4B).

A expressão de características como estatura de planta em R1 e R8 e duração dos períodos vegetativo e reprodutivo, pode ser determinante na elevação do rendimento final dos genótipos para níveis próximos aos potenciais. Todos os genótipos apresentaram maior estatura da planta no florescimento e na maturação em Passo Fundo e menor em Balsas (Figs. 5.5A e B). O genótipo 'Fiskeby V' apresentou diferenças mínimas, na estatura de planta, entre as quatro localidades (Fig. 5.5B). Esta resposta foi decorrente do fato do genótipo ser insensível ao fotoperíodo. Observando as Figuras 5.5A e B é possível

notar que existe, nos quatro locais, uma forte relação entre estatura no florescimento e estatura na maturação. Isto é explicado pelo fato de que, para os genótipos estudados, o crescimento pós-florescimento foi relativamente pequeno comparado com o crescimento no período vegetativo (Fig. 5.6). A estatura da planta mostrou-se como um dos condicionantes do rendimento. Uma relação

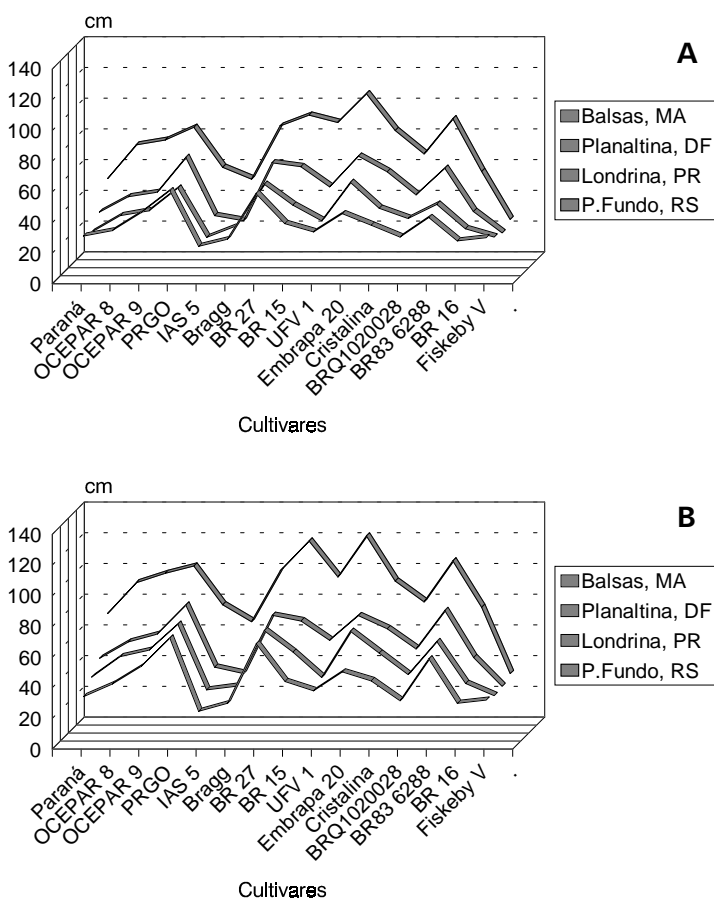


FIG. 5.5. Estatura média das plantas no florescimento (A) e na maturação (B) de 15 genótipos de soja, em 4 locais/latitudes (Passo Fundo, RS/28°S; Londrina, PR/23°S; Planaltina, DF/16°S; Balsas, MA/08°S), na média das safras de 1996/97, 1997/98 e 1998/99. Londrina, PR. Embrapa Soja. 1999.

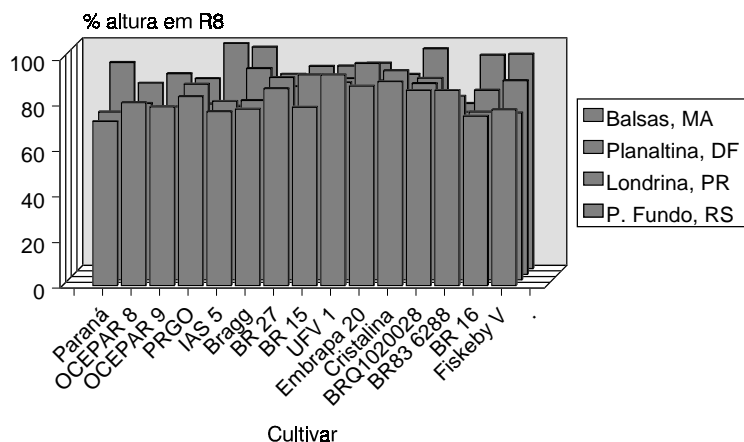


FIG. 5.6. Estatura em R1, relativa à estatura em R8, de 15 genótipos de soja, em 4 locais/latitudes (Passo Fundo, RS/28°S; Londrina, PR/23°S; Planaltina, DF/16°S; Balsas, MA/08°S), na média das safras de 1996/97, 1997/98 e 1998/99. Londrina, PR. Embrapa Soja. 1999.

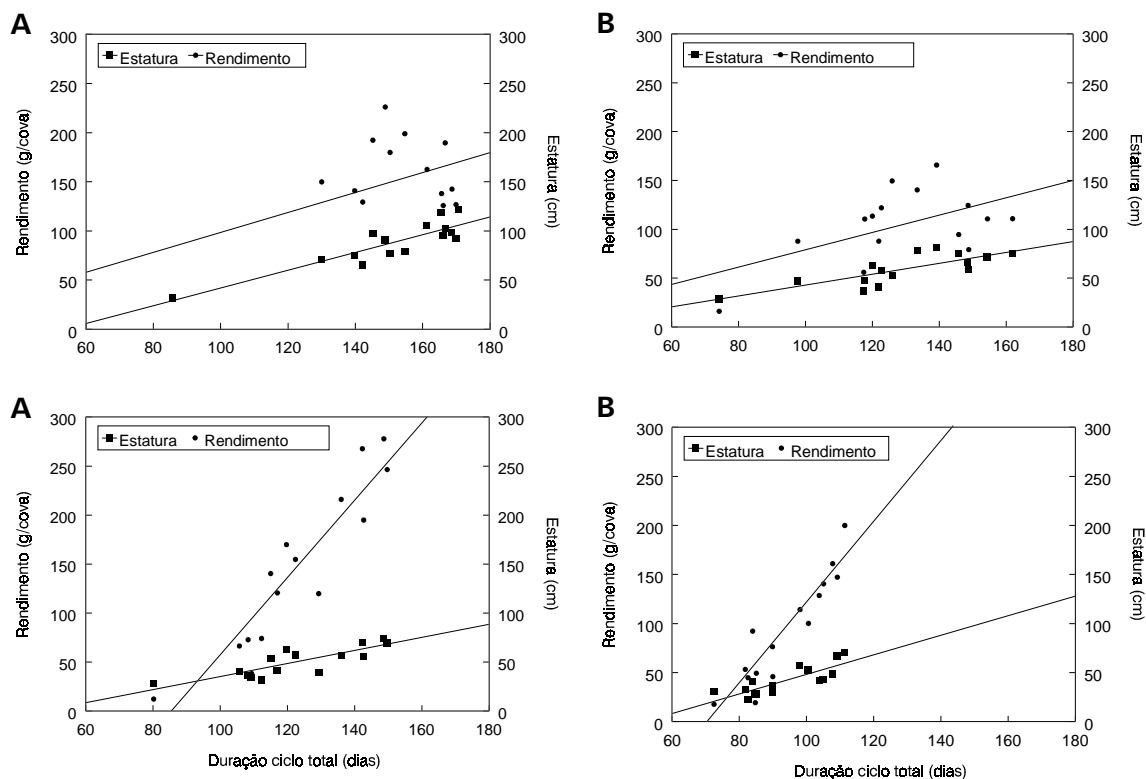


FIG. 5.7. Estatura de plantas, rendimento e ciclo total, de 15 genótipos de soja, em 4 locais/latitudes (A - Passo Fundo, RS/28°S; B - Londrina, PR/23°S; C - Planaltina, DF/16°S; D - Balsas, MA/08°S), na média das safras de 1996/97, 1997/98 e 1998/99. Londrina, PR. Embrapa Soja. 1999.

positiva é observada comparando-se os locais (A, B, C e D) na Figura 5.7, onde o rendimento e estatura de planta são plotados em função do ciclo dos genótipos. Esta relação torna-se especialmente conspícua à medida que o fotoperíodo durante o pré-florescimento e o ciclo total dos genótipos decrescem, quando se compara os locais no sentido Sul - Norte (Fig. 5.7). Os resultados indicam que, para a expressão máxima da capacidade produtiva dos genótipos, há a necessidade de um ajuste perfeito entre as disponibilidades do ambiente alvo e as características do genótipo em questão.



5.3 Modelagem das Respostas da Cultura da Soja ao Ambiente (04.0.94.331-03)

José Renato Bouças Farias, Alexandre Lima Nepomuceno, Norman Neumaier, Tetsuji Oya¹ e Ivan Rodrigues de Almeida

Com o atual cenário agrícola globalizado, incrementos nos rendimentos e redução dos custos e dos riscos de insucesso passaram a ser exigências básicas à competitividade. O aumento de eficiência no uso de recursos e de insumos, a melhora qualitativa dos produtos agrícolas e a preservação dos recursos naturais, são desafios da moderna agricultura. Sistemas de auxílio à tomada de decisão são fundamentais para superar esses desafios e obter produtos competitivos e ambientalmente sustentáveis. O

enfoque sistêmico, viabilizado pelo uso de modelos de simulação de desenvolvimento, permite integrar os efeitos de diferentes condições edafoclimáticas sobre o comportamento da cultura, criando ferramentas eficazes para suporte à tomada de decisões operacionais e estratégicas, do nível governamental até o do produtor rural, contribuindo para o setor agrícola brasileiro tornar-se mais eficiente e competitivo.

Os modelos de simulação do desenvolvimento das plantas têm sido empregados em várias áreas do conhecimento agrônomo, como zoneamento agro-climático, monitoramento de safras, caracterização de sistemas agrícolas e estudos probabilísticos de cenários futuros relacionados à sustentabilidade de sistemas de produção, do meio ambiente e das comunidades formadas em torno dos mesmos, além de permitir uma perfeita descrição e entendimento do conjunto. A idéia básica em modelagem é a de expressar um conhecimento de forma quantitativa (por meio de equações) e combiná-las de forma integrada, permitindo uma perfeita descrição e entendimento do conjunto.

Neste subprojeto, teve-se por objetivo analisar, calibrar e validar modelos de simulação do crescimento e do desenvolvimento da soja, bem como ajustar modelos de previsão de rendimentos a partir do consumo de água pela cultura. Para tanto, foram usados os dados obtidos nos outros subprojetos deste mesmo projeto.

Existem vários modelos para a cultura da soja, porém, nenhum deles reúne, ao mesmo tempo, os efeitos das condi-

¹ JIRCAS (Acordo JIRCAS/Embrapa Soja).

ções climáticas, das ocorrências de secas, pragas e doenças, das práticas de manejo da cultura e da fertilidade do solo, sobre o comportamento agrônômico e fisiológico da cultura. Dos vários modelos existentes, são poucos os que são simples de usar e que necessitam de um pequeno conjunto de dados. No presente subprojeto trabalhou-se com modelos complexos (como SOYGRO e CROPGRO, dentro do sistema DSSAT - Decision Support System for Agrotechnology Transfer) e com modelos simples de balanço hídrico (como o SARRA - Systeme d'analyse regionale des risques agroclimatiques). O primeiro constitui-se num modelo bastante completo e preciso, necessitando, no entanto, de um grande número de variáveis. Já o segundo, necessita de um pequeno número de dados, adaptando-se melhor a estudos em regiões/situações onde o conjunto de informações é mais restrito. Em várias regiões brasileiras, as informações disponíveis são restritas, inviabilizando o emprego de modelos de simulação mais precisos, porém mais complexos. Deve-se, no entanto, considerar que modelos mais completos e/ou complexos são, na maioria das vezes, capazes de fornecer estimativas mais precisas das variações da produtividade e do comportamento da cultura.

Em 1996 iniciaram-se os trabalhos com modelos de previsão de rendimentos em função da evapotranspiração (ET). Optou-se por utilizar modelos de simulação de balanço hídrico já existentes, procurando-se calibrá-los e ajustá-los para a cultura da soja nas condições brasileiras

e, a partir daí, estabelecer modelos para previsão de rendimentos em função da evapotranspiração da cultura. Inicialmente, trabalhou-se com o modelo BipZon, cujos resultados foram altamente satisfatórios. Por exigir um pequeno número de variáveis, facilmente disponíveis nas mais diversas regiões brasileiras, este modelo, após ajustado, serviu de base para todo o projeto de "Zoneamento agroclimático de grãos no Brasil". Em 1997, começou-se a trabalhar com o modelo de simulação do balanço hídrico da cultura SARRA, que é uma evolução do modelo BipZon, e estima o desenvolvimento da planta em função do consumo de água e das disponibilidades hídricas da região. Como a disponibilidade hídrica é um dos principais fatores responsáveis pela variabilidade dos rendimentos da soja no tempo e no espaço, o modelo SARRA aparece como uma boa alternativa para a estimativa do rendimento de grãos da soja, em função da relação ET_r/ET_m , considerando sua simplicidade de uso e necessidade de pequeno conjunto de dados. Inicialmente buscou-se avaliar a consistência das estimativas de rendimento de grãos a partir da simulação do balanço hídrico pelos modelos SARRA. O modelo mostrou ser um bom estimador do desenvolvimento da cultura da soja, considerando, principalmente, o pequeno conjunto de dados exigidos. Em 1998 e 1999 procedeu-se a montagem de um banco de dados, contendo área plantada, produção, rendimento de grãos e variáveis climáticas diárias (precipitação pluviométrica, temperatura do ar e evapotranspiração potencial), de diversas regiões

produtoras de soja, por um período mínimo de 15 anos, para proceder-se um melhor ajuste e validação deste modelo. Devido aos bons resultados obtidos e à vantagem de exigência de um pequeno conjunto de variáveis, o SARRA vem sendo usado, atualmente, nos trabalhos de zoneamento agroclimático.

O sistema DSSAT constitui-se hoje numa das principais ferramentas no auxílio de processos decisórios, sendo frequentemente empregado em estudos de caso e na agricultura de precisão. O DSSAT integra modelos de simulação, banco de dados, programas para entrada, geração e recuperação de dados e rotinas para análises específicas, permitindo a estimativa do desenvolvimento de cultivares de forma bastante precisa. Até meados do ano de 1994, trabalhou-se com o modelo SOYGRO para a simulação do desenvolvimento da cultura da soja, obtendo-se estimativas bem próximas aos valores observados. Desde então, foram analisadas e revisadas as equações que compõem o modelo, desenvolvendo-se uma série de outras versões, até chegar-se ao modelo CROPGRO dentro do sistema DSSAT versão 3.5, mais atual no momento. Este desenvolvimento é feito por um consórcio internacional (ICASA - International Consortium for Agricultural Systems Applications), com a participação de várias instituições mundiais, do qual faz parte a Embrapa, com os resultados deste subprojeto. O modelo CROPGRO, um dos componentes do DSSAT, a partir dos dados climáticos e das características físicas e hídricas do solo, simula o desenvolvimento da cultu-

ra da soja, estimando várias respostas da cultura, como matéria seca, fenologia, rendimento de grãos e seus componentes, desenvolvimento do sistema radicular, etc., sendo sensível a diversas práticas de manejo. Após várias calibrações, obteve-se um excelente ajuste do modelo, com estimativas muito próximas aos valores observados a campo, principalmente de rendimento de grãos e peso da matéria seca. O DSSAT mostrou-se ainda bastante sensível à disponibilidade hídrica do solo e apresentou uma satisfatória simulação das respostas da cultura ao longo do seu ciclo. A cultivar BR-16 foi aquela com a qual se conseguiu um melhor ajuste, principalmente quando comparou-se a evolução da estimativa de matéria seca ao longo do ciclo da cultura com as evoluções observadas a campo. Como os dados utilizados foram oriundos de parcelas com e sem irrigação, foi possível observar que o modelo apresenta uma sensibilidade bastante satisfatória à disponibilidade hídrica no solo. Em muitos casos, no entanto, não deseja-se conhecer o comportamento de uma dada cultivar de soja isoladamente, mas sim obter-se informações a cerca da cultura ou de um grupo de cultivares como um todo. Desta forma, buscou-se definir coeficientes representativos para um grupo de cultivares, capazes de permitir estimativas satisfatórias do desempenho da cultura da soja numa dada situação. Após vários ajustes, os resultados simulados foram representativos da realidade, conseguindo-se expressar satisfatoriamente o desempenho médio das cultivares semiprecoces. Os ajustes ob-

tidos permitiram estimativas do rendimento de grãos muito próximas aos valores observados em condições de campo. Como todos os dados utilizados foram oriundos de parcelas com e sem irrigação, foi possível perceber uma boa sensibilidade do sistema à disponibilidade hídrica do solo. As estimativas de fenologia e de biomassa também pouco diferiram dos valores observados a campo. Pelos resultados obtidos, conclui-se que o sistema DSSAT simula o comportamento da cultura da soja como um todo de forma bastante aproximada ao observado a campo.

Devido ao sucesso desse trabalho com a cultura da soja e à precisão dos resultados obtidos com as simulações, o DSSAT passou também a ser usado nos trabalhos do projeto de "Zoneamento agroclimático das culturas de grãos no Brasil (04.0.94.065)". Na nova formulação do projeto de "Zoneamento da Culturas" (01.2000.051), está prevista a utilização do DSSAT para a simulação do

desenvolvimento das culturas, ajustando-o também para as culturas do milho, feijão, arroz e trigo. Está também servindo de base para os trabalhos envolvendo simulação das culturas dentro do projeto "Utilização de imagens de satélites e modelos agrometeorológicos para monitoramento da produção agrícola nos cerrados brasileiros", premiado pela Embrapa como um dos melhores projetos em Criatividade em 1999. As constantes evoluções na área de modelagem e a demanda crescente por modelos confiáveis e precisos, principalmente com os avanços da agricultura de precisão, com os trabalhos de zoneamento agrícola e monitoramento de safras em tempo real, exigem continuidade das pesquisas nesta área de conhecimento. A Embrapa, percebendo esta tendência, passou a estimular, ultimamente, pesquisas nesta área de conhecimento. Por estas razões, os trabalhos nesta área devem ter continuidade com um novo subprojeto que contemple os mesmos, já aprovado.



6

MANEJO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DO SOLO PARA A PRODUÇÃO DE SOJA E CULTURAS ASSOCIADAS

Nº do Projeto: 04.0.94.326

Líder: Aureo Francisco Lantmann

Nº de Subprojetos que compõem o projeto: 16

Unidades/Instituições Participantes: Embrapa Soja, Embrapa Rondônia, Embrapa Solos, EMGOPA, Cooperativas Agrária, Coamo e Cocamar, Grupo Greta, CNPq, Fundação M.T. , Fundação FAPCEN e JIRCAS

A área cultivada com soja no Brasil ocupa cerca de 12 milhões de hectares, em diversos tipos de solos e com grande variação de uso e manejo. Devido ao mau uso e manejo destes solos, a produtividade da soja e das culturas associadas está muito aquém do seu potencial. O uso incorreto de implementos, da adubação e da calagem, em quantidades e formas inadequadas, e o cultivo sucessivo da soja, estão levando esses solos a um processo de esgotamento e/ou degradação. Alternativas para solucionar estes problemas estão na realização de um projeto de pesquisa que contemple alternativas, para melhor aproveitamento dos recursos naturais, aliadas às recomendações de fertilizantes e calagem adequadas a sistemas de rotação de culturas para manutenção e/ou recuperação da fertilidade dos solos.

Os objetivos deste projeto são amplos e buscam alcançar a otimização na utilização de corretivos, adubos e no manejo da cultura associada a sistemas de rotação.

Alguns pontos relevantes dos resultados obtidos nas safras 94/95, 95/96, 96/97 e 97/98 são descritos a seguir.

Foi observada boa correspondência entre teores de K nas folhas e produtividade da cultura do girassol, 1,8% de K para produtividade até 800 kg/ha, 1,8% a 2,4% de K para produtividade entre 800 a 1400 kg/ha e em produtividades acima de 1400 kg/ha com K entre 2,4% e 3,7%.

Após cinco anos sem adubar a soja com potássio, os níveis de K nos solos LRe, LRd e LRa atingiram as concentrações de 0,06 , 0,04 e 0,05 meq/100g, respectivamente. Nestas condições, foram aplicadas 0, 40, 80, 120, 160 e 240 kg/ha de K₂O em duas formas, toda a lanço ou metade a lanço mais cobertura. Os rendimentos máximos foram obtidos com a dose de 120 kg/ha e sem diferenças entre as formas de aplicação. Para o solo LRd determinou-se como nível crítico de K no solo a concentração de 0,05 meq/100g.

A aplicação do molibdênio na dose de a 12 a 22 g/ha via semente tem produzido acréscimos da soja de 500 a 800 kg/ha na produtividade em alguns solos do Paraná e Maranhão.

No trabalho que estuda a sustentabilidade da produção de soja e trigo em sucessão, em solo latossolo roxo distrófico, após o sexto ano, pode-se afirmar que, com aplicação de fertilizantes apenas para o cultivo do trigo é possível manter boa produtividade para a soja, assegurando-se a fertilidade para o sistema e produtividades de trigo iguais a 3100 kg/ha e de soja a 3500 kg/ha nos anos mais favoráveis.

O subprojeto, que estuda o manejo dos resíduos de colheitas condicionado por sistemas de preparo de solo, tem revelado que os resíduos de trigo podem cobrir o solo em até 100%, com massa residual de 2625 kg/ha; a soja com massa residual de 6125 kg/ha e o milho 6700kg/ha.

Os resultados obtidos com o desenvolvimento do projeto permitem aferir que o plantio direto é um, sistema viável nos solos originados do basalto, (Paraná, sul de São Paulo e Mato Grosso) proporcionando ganhos de produtividade na soja. Para assegurar que a transição do plantio convencional para o plantio direto tenha sucesso, é importante a utilização de rotação de culturas, principalmente, com milho e aveia antecedendo a soja. Se houverem problemas de compactação e se a rotação não solucioná-los, o problema poderá ser resolvido, utilizando-se práticas mecânicas para romper a camada compactada.

No trabalho que vem sendo conduzido para identificar sistemas de rotação de culturas de espécies vegetais perenes e anuais para recuperação de solos latossolo roxo distrófico, foi observado que a *Brachiaria brizantha* e *Indigofera endecaphylla* proporcionaram ao solo menor compactação e maior porcentagem de macroporos. Após a pastagem, a rotação soja/aveia - milho/girassol - soja/trigo - soja/trigo se constitui num sistema adequado, podendo substituir o efeito obtido com a recuperação de pastagens.

Do trabalho conduzido em solo latossolo distrófico de textura argilosa no Planalto de Campo Mourão com as espécies vegetais em rotação: soja, milho, trigo, cevada, tremoço azul, nabo forrageiro, milheto, mucuna e guandu, os resultados têm mostrado que a canola, após dois anos de soja/trigo, apresentou baixo rendimento e alta incidência de esclerotinia. O milho, cultivado após o tremoço azul alcançou o maior rendimento de grãos e, quando foi cultivado após a canola, a produtividade foi intermediária, mesmo consorciado com o guandu ou com a mucuna. A soja apresentou altos índices de acamamento quando cultivada após consórcio milho e mucuna, o que pode estar ligado à melhoria das características físicas e químicas do solo, já com alta fertilidade.

No latossolo bruno álico de Guarapuava, a cevada, o trigo e o milho são as culturas que mais respondem em aumento no rendimento de grãos quando submetidos a sistemas de rotação de culturas. Nestes solos o sistema de semeadura direta também tem favorecido o cultivo do trigo e soja. A soja também produz

mais após os cultivos de guandu, mucuna e trigo, quando comparada à produtividade da soja após aveia/milho.

Os experimentos conduzidos em latossolo roxo eutrófico do Norte do Paraná, com objetivos de, compor sistemas de rotação de culturas para recuperar biologicamente o solo e propriedades físicas e químicas maximizando a produtividade da soja, tem revelado que a aveia preta e o tremoço conferem acentuada melhoria àquelas propriedades. Em determinações efetuadas em 1995 foi observado que o sistema contínuo com trigo/soja conferiu o maior índice de resistência à penetração.

O trabalho conduzido para determinar as épocas mais adequadas à implantação da “safrinha” de soja ou milho indicam, de forma preliminar, que tanto a soja, como o milho, apresentam melhor desempenho quando cultivados em sucessão ao girassol semeado no outono.

A validação das principais tecnologias geradas neste projeto estão sendo feitas através de um conjunto de ações que envolvem instalação de experimentos e campos demonstrativos em parceria com cooperativas e fundações de pesquisa.

6.1 *Decréscimo da Disponibilidade de Potássio em Solos Cultivados com Soja-Trigo no Paraná (04.0.94.326-01)*

Clovis Manuel Borkert

Os Latossolos Roxos eutróficos, distróficos e álicos (LRe, LRd e LRa) e os Latossolos Vermelho-Escuros álicos (LEa) ocupam, juntos, mais da metade dos solos agricultáveis do Estado do Paraná. Estes solos foram cultivados, por mais de trinta anos, sem o devido cuidado de manejo e sem a correta reposição dos nutrientes retirados pelas culturas. O potássio foi o elemento mais rapidamente esgotado neste processo de baixa reposição dos nutrientes.

6.1.1. *Adubação de KCl na semeadura comparada à adubação de cobertura*

Para a correção dos teores de K-disponível no solo, a quantidade a aplicar é

grande e, para evitar perdas do elemento quando há excesso de chuvas, muitos agricultores adotaram parcelar em duas vezes a aplicação. Com o objetivo de testar a resposta de potássio aplicado em cobertura comparada com todo K aplicado na semeadura, foram conduzidos experimentos em três Latossolos Roxos, durante cinco anos, de 1994 a 1999. Os LRe, LRd e LRa haviam sido cultivados durante 11 anos com soja-trigo, milho e girassol, onde a disponibilidade de K foi reduzida a $<0,09 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, abaixo do ponto crítico de $0,15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, nestes três solos. Os experimentos foram instalados em quatro blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com doses nas parcelas e época de aplicação nas subparcelas. Os tratamentos consistiram da aplicação de doses de potássio em duas épocas: a) aplicação a lanço, na semeadura, das doses zero, 40, 80, 120,

160 e 200 kg/ha de K_2O e; b) aplicação a lanço, na semeadura, de zero, zero, 40, 40, 40 e 40 kg/ha de K_2O , e em cobertura a lanço, de zero, 40, 40, 80, 120 e 160 kg/ha de K_2O , a soma total das quantidades aplicadas na base e na cobertura, em duas épocas, igualaram-se às doses aplicadas todas só na base. Foi feita uma aplicação anual de 100 kg/ha de P_2O_5 no sulco de semeadura, na forma de superfosfato simples, e as sementes foram inoculadas para haver boa nodulação e suprimento de N para a soja. Todos os adubos aplicados a lanço, foram incorporados através de capina manual, executada antes da semeadura. Na adubação em cobertura, também houve a escarificação do solo através da monda, para controle das ervas, o que serviu para incorporar o adubo ao solo.

A recuperação dos teores de K-disponível, tanto na camada arável (0-20cm) como de 20-40cm, a valores do início dos experimentos em 1983, não foi possível, mesmo nas maiores doses aplicadas anualmente, que ao final de cinco anos, totalizaram zero, 200, 400, 600, 800 e 1000 kg/ha de K_2O . Nos três solos e em nenhum dos cinco anos, foi observada diferença significativa da aplicação de potássio em cobertura, na produtividade da soja, comparada à aplicação de todo adubo na semeadura, (Figuras 6.1-a, 6.2-a e 6.3-a). Do mesmo modo, não foi observado efeito da adubação de cobertura sobre o peso de 100 sementes (6.1-b, 6.2-b e 6.3-b), embora em alguns anos, provavelmente em função ao regime de chuvas, o teor de K nas folhas e

nos grãos, tenha sido maior em alguns tratamentos de adubação de K em cobertura (Figuras 6.4-a, 6.5-a e 6.6-a). Foi observado efeito significativo das doses de K sobre todas as variáveis determinadas. Também ficou evidenciado, o efeito da deficiência de potássio na qualidade da semente produzida, com o peso de 100 sementes sendo significativamente menor nas parcelas com menor teor de K nas folhas, com diferenças estatísticas significativas, tanto para peso de 100 grãos, como para K nas folhas e no teor de K nas sementes (Figuras 6.4-b, 6.5-b e 6.6-b).



6.2 *Estudo da Disponibilidade de Micronutrientes para a Cultura da Soja em Solos do Brasil (04.0.94.326-02)*

Gedi Jorge Sfredo, Clóvis Manuel Borkert,
Aureo Francisco Lantmann,
Maria Cristina Neves de Oliveira,
Kiyoko S. Hitsuda¹ e Dirceu Klepker

Estudos realizados em diferentes Regiões do Brasil têm mostrado haver deficiência aguda de disponibilidade para as plantas de vários elementos no solo. O molibdênio (Mo), o cobalto (Co), o zinco (Zn), o cobre (Cu), o boro (B) e o enxofre (S) são os elementos com mais baixa disponibilidade, chegando até a apresentar sintomas visuais de deficiência nas plantas, principalmente nos solos de cerrado, o que afeta drasticamente o crescimento das espécies cultivadas nessa região. Entretanto, mesmo nas regiões onde

¹ JIRCAS.

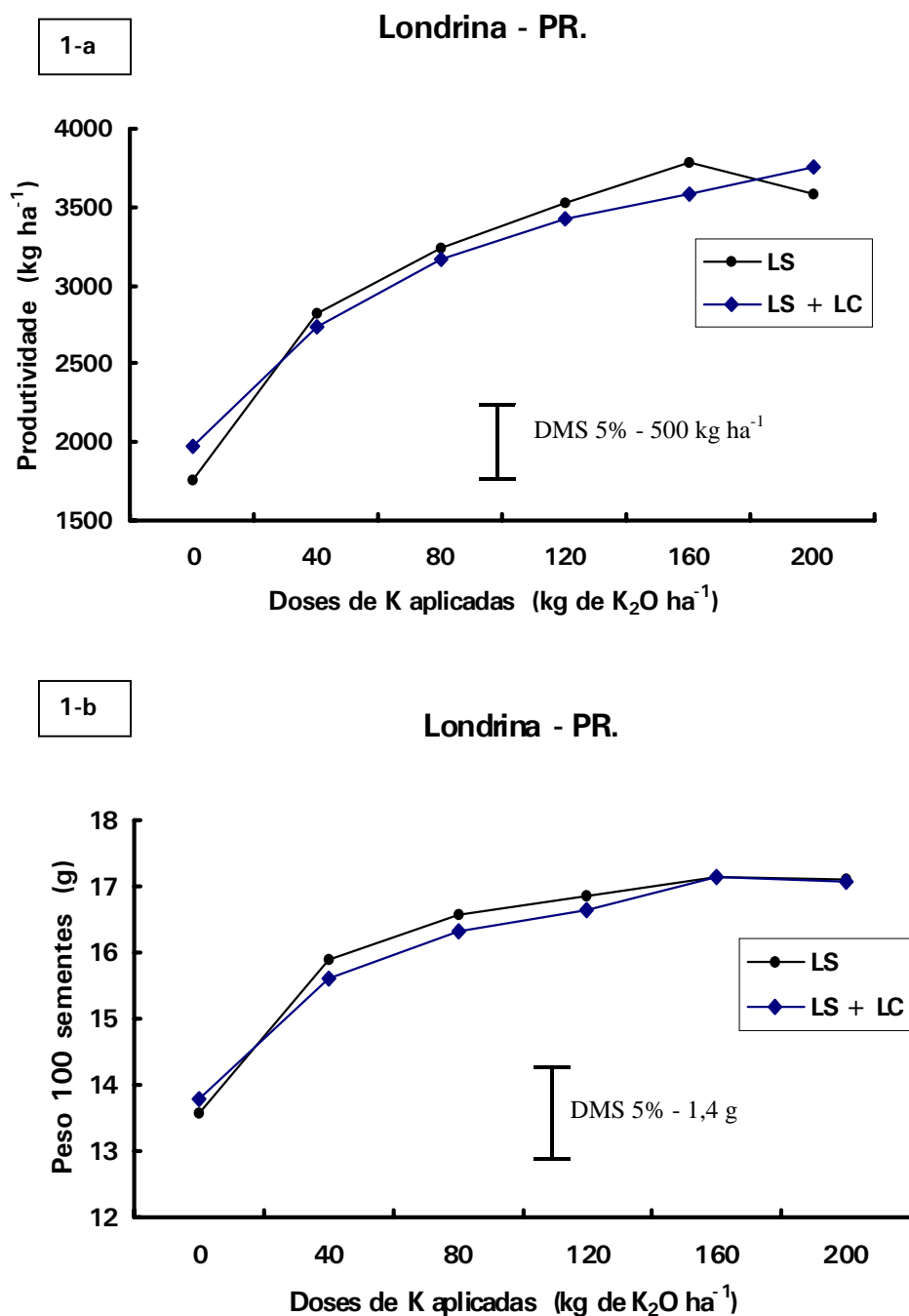


FIG. 6.1. Efeito de doses de potássio sobre a produtividade de soja (1-a) e sobre o peso de 100 sementes (1-b), em Latossolo Roxo eutrófico, em Londrina, PR. Média de quatro blocos e de cinco anos. LS = todo K aplicado a lanço antes da semeadura. LS + LC = parte do K aplicado na semeadura + parte aplicado a lanço em cobertura.

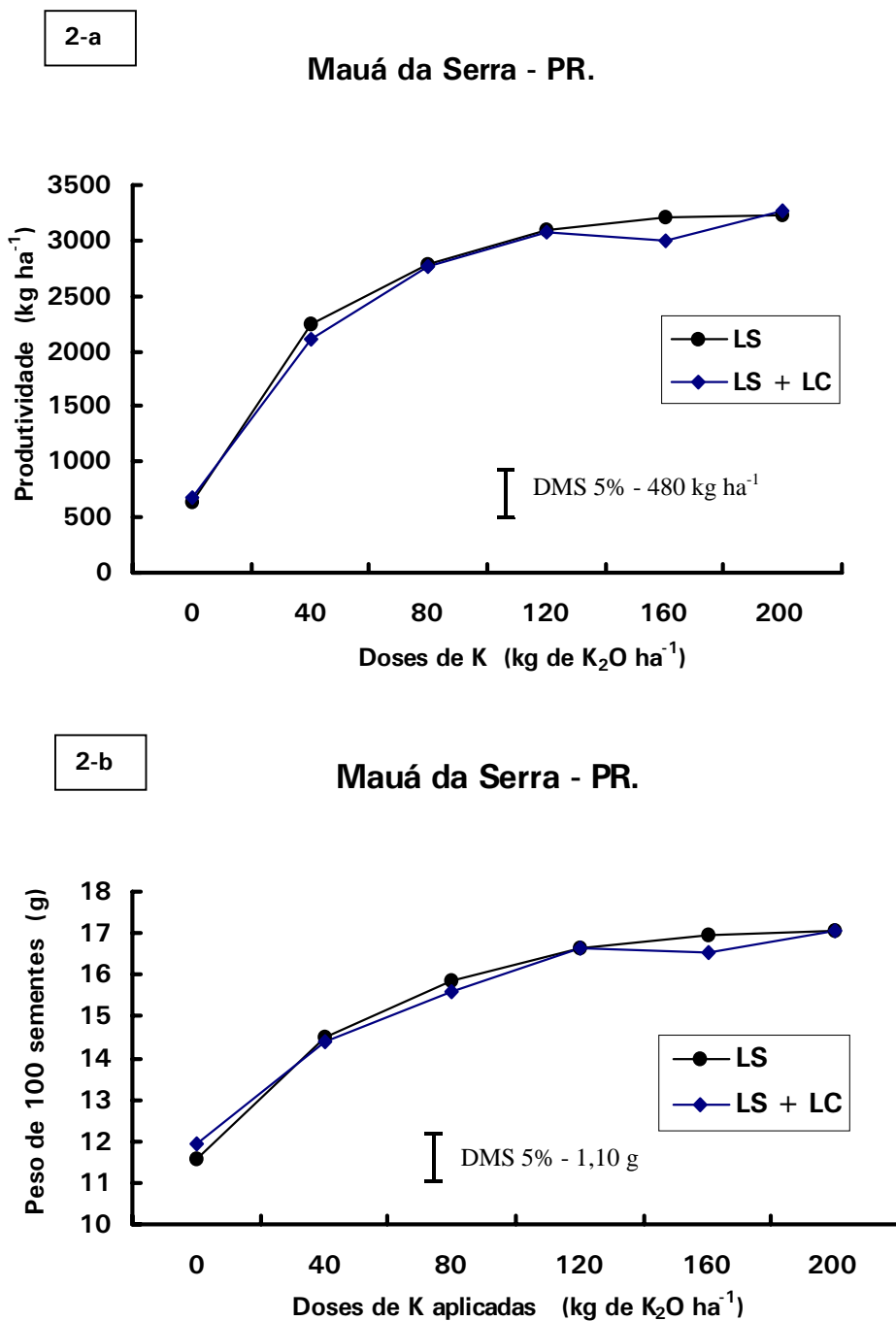
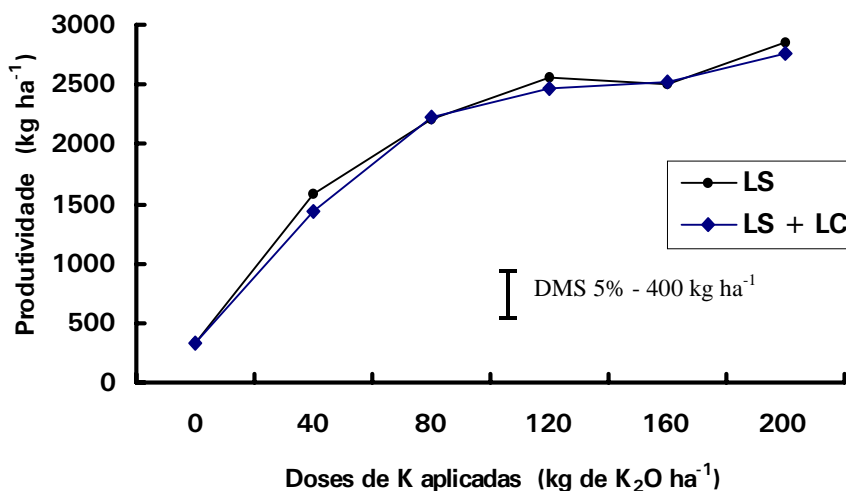


FIG. 6.2. Efeito de doses de potássio sobre a produtividade de soja (2-a) e sobre o peso de 100 sementes (2-b), em Latossolo Roxo distrófico, em Mauá da Serra, PR. Média de quatro blocos e de cinco anos. LS = todo K aplicado a lanço antes da semeadura. LS+LC = parte do K aplicado na semeadura + parte aplicado a lanço em cobertura.

3-a

Campo Mourão - PR.



3-b

Campo Mourão - PR.

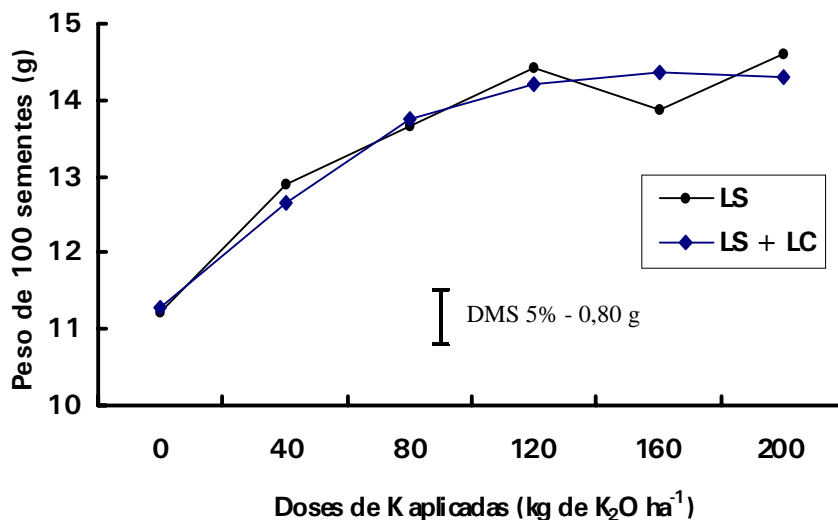
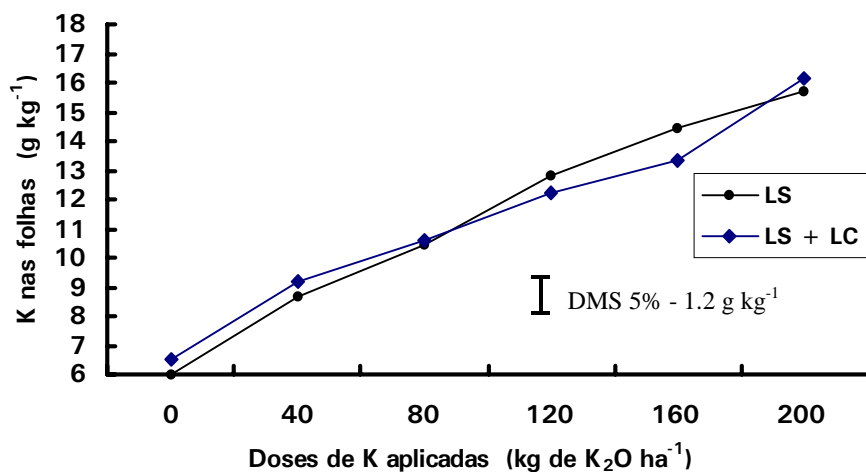


FIG. 6.3. Efeito de doses de potássio sobre a produtividade de soja (3-a) e sobre o peso de 100 sementes (3-b), em Latossolo Roxo álico, em Campo Mourão, PR. Média de quatro blocos e de cinco anos. LS = todo K aplicado a lanço antes da semeadura. LS + LC = parte do K aplicado na semeadura + parte aplicado a lanço em cobertura.

4-a

Teor médio de K nas folhas X doses de K aplicadas. Londrina - PR.



4-b

Teor médio de K nos grãos X doses de K aplicadas. Londrina - PR.

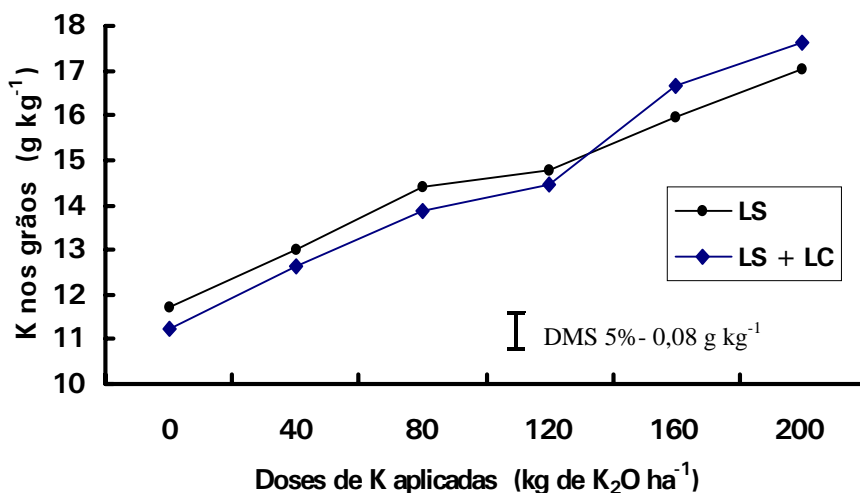
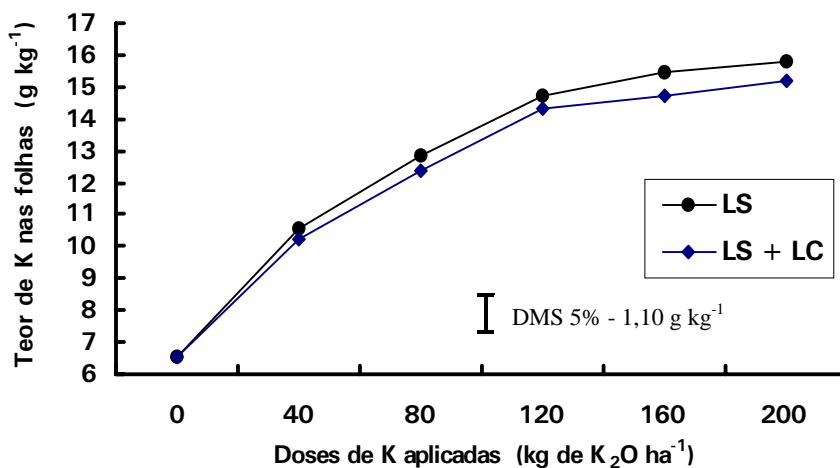


FIG. 6.4. Efeito de doses de potássio sobre o teor médio de K nas folhas (4-a) e nos grãos (4-b) de soja, em Latossolo Roxo eutrófico, em Londrina, PR. Média de quatro blocos e de cinco anos. LS = todo K aplicado a lanço antes da semeadura. LS+LC = parte do K aplicado na semeadura + parte aplicado a lanço em cobertura.

5-a

Teor médio de K nas folhas de soja X doses de K aplicadas. Mauá da Serra - PR.



5-b

Teor médio de K nos grãos de soja X doses de K aplicadas. Mauá da Serra - PR.

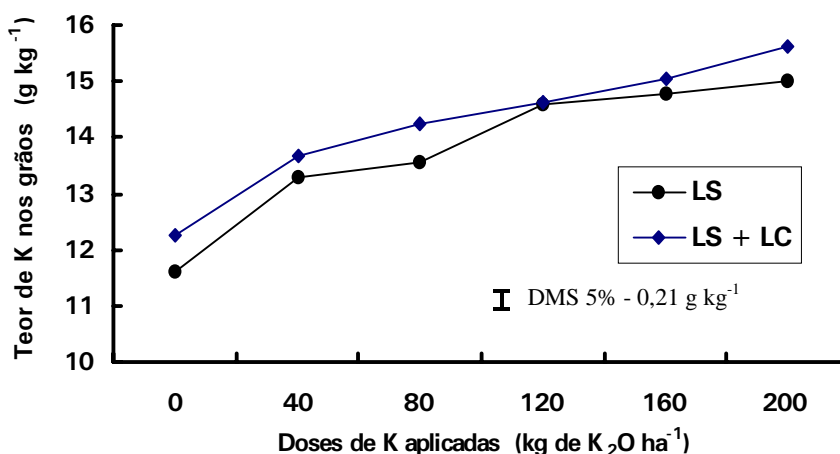
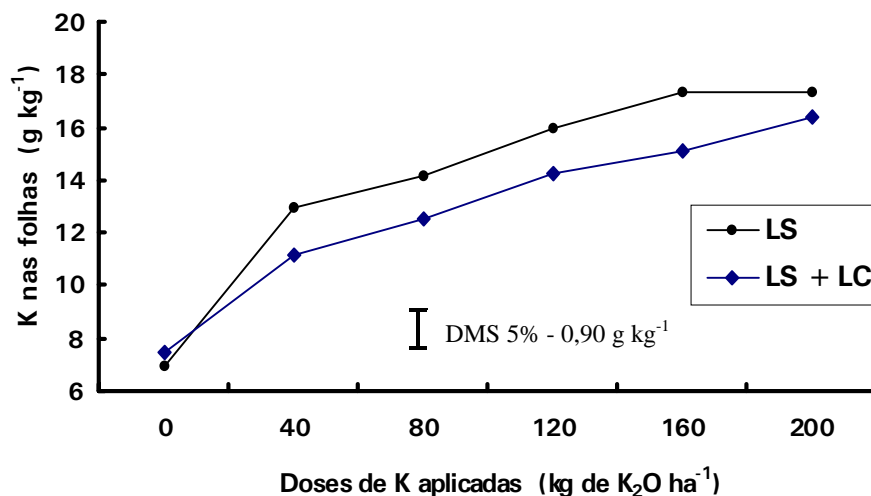


FIG. 6.5. Efeito de doses de potássio sobre o teor médio de K nas folhas (5-a) e nos grãos (5-b) de soja, em Latossolo Roxo distrófico, em Mauá da Serra, PR. Média de quatro blocos e de cinco anos. LS = todo K aplicado a lanço antes da semeadura. LS + LC = parte do K aplicado na semeadura + parte aplicado a lanço em cobertura.

6-a

Teor médio de K nas folhas X doses de K aplicadas. Campo Mourão - PR.



6-b

Teor médio de K nos grãos X doses de K aplicadas. Campo Mourão - PR.

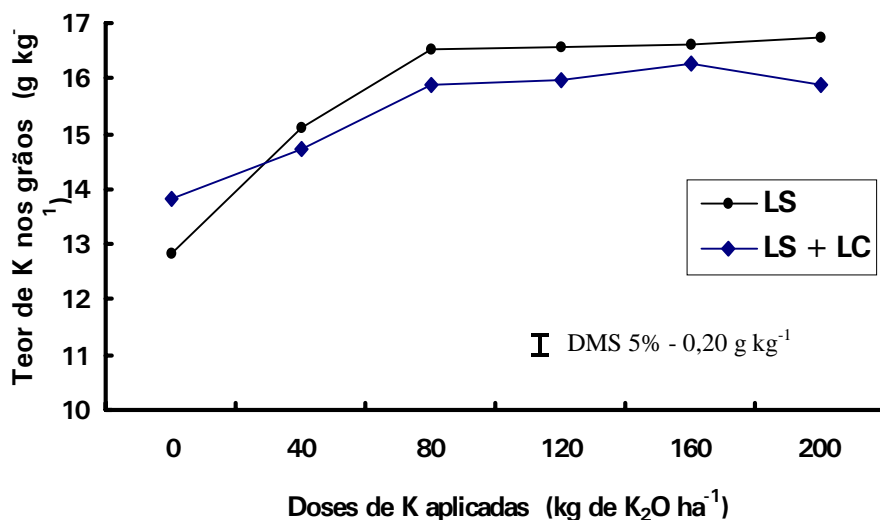


FIG. 6.6. Efeito de doses de potássio sobre o teor médio de K nas folhas (6-a) e nos grãos (6-b) de soja, em Latossolo Roxo álico, em Campo Mourão, PR. Média de quatro blocos e de cinco anos. LS = todo K aplicado a lanço antes da semeadura. LS + LC = parte do K aplicado na semeadura + parte aplicado a lanço em cobertura.

micronutrientes não apresentavam problemas de deficiência, como a Região Sul, já existem indícios do aparecimento de sintomas de deficiências. Com o objetivo de verificar se há resposta à aplicação destes elementos sobre a produção de grãos de ontendo micronutrientes (Zn, Mn, Cu e B) e enxofre (S), aplicados a lanço e incorporados ao solo e via foliar e, duas testemunhas (sem esses micronutrientes e sem enxofre). Na safra 1996/97, foram instalados sete experimentos: dois em latossolo roxo eutrófico (LRe) de Londrina, PR, um em latossolo vermelho escuro distrófico (LEd) de Rondonópolis, MT um em Luziânia, GO em latossolo vermelho-escuro distrófico (LEd) e três em latossolo vermelho-amarelo distrófico de Sambaíba, MA. Na safra 1997/98 foram instalados os mesmos experimentos, com exceção de Luziânia, GO e, mais três com fontes e doses de micronutrientes, dois em LEa de Ponta Grossa e Mamborê (PR) e um em LVd de Balsas (MA), num total de nove. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições.

6.2.1. Experimento nº 1: efeito de micronutrientes e de enxofre sobre a produção da soja em solos do Brasil

Na safra 1998/99, tiveram continuidade os três experimentos com micronutrientes (Cu, Zn, Mn e B) e enxofre (S) sendo um em LRe de Londrina(PR) e dois em LVd de Sambaíba (MA). As doses e as fontes utilizadas foram: Zn(5kg/ha)-S(2,5kg/ha): 14kg/ha de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (35% Zn e 18% S); Mn(5kg/ha)-S(2,9kg/ha): 15kg/ha de $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (33% Mn e

19% S); Cu(5kg/ha)-S(2,5kg/ha): 20kg/ha de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (25% Cu e 12% S); B(3kg/ha): 17kg/ha de H_3BO_3 (18% B); S(37,2kg/ha): 200 kg/ha de Gesso (18,6% S), aplicados a lanço e incorporados; 64g/ha de Cu nas sementes; Mo (20g/ha) : 50g/ha de $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - (40% Mo) (via foliar), aos 15 DAE; 0,65 L/ha de GRAP 250 (25% de Cu) (pulverizado via foliar), aos 25 DAE; 0,8 L/ha de GRAP 12 Fluid (6% Mo, 1% Co E 5% Zn) (via foliar), aos 15 DAE; 2 L/ha de GRAP 147 Fluid (14% Ca e 0,7% B) (pulverizado via foliar); 1,5 L/ha de GRAP 104 Fluid (10% Zn e 4% S) (pulverizado via foliar), aos 25 DAE; 300ml/ha de COFERMOL-L (5,0% Mo, 1,0% Co, 0,2% Fe, 4,0% Zn) (via foliar), 15 DAE; 250ml/ha de COFERMOL-L (5,0% Mo, 1,0% Co, 0,2% Fe, 4,0% Zn) (via foliar), 15 DAE e; no experimento de Cu, as doses usadas foram: 0-2,5-5,0 e 10,0 kg/ha. Os resultados para produção de e peso de 100 sementes estão na Tabela 6.1. Não houve diferença estatística para produção entre os tratamentos e a testemunha, tanto em Londrina como em Sambaíba. (Tabela 6.2). Não houve resposta da produção a doses de Cu em Sambaíba (Tabela 6.3).

6.2.2. Experimento nº 2: efeito de micronutrientes e de enxofre, com e sem fungicida foliar, sobre a produção e as doenças da soja no Brasil

Na safra 1998/99, foram instalados três experimentos: Londrina, PR (LRe), com a cultivar teste BR-37; Rondonópolis, MT (LEd), com a cultivar Uirapuru e; Sambaíba, MA (LVd) com a cultivar MA/

TABELA 6.1. Produção de grãos (kg/ha) e peso de 100 sementes (g) de soja, em função de tratamentos com enxofre e micronutrientes, safra 1998/99, em LRe de Londrina, PR e em LVd de Sambaíba, MA. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Tratamentos ¹	Londrina		Sambaíba	
	PR-LRe	cv BR-37	MA-LVd	cv MA/BR-64
	kg/ha	g/100grãos	kg/ha	g/100grãos
Cu-solo	4016a	13,27a	3326a	15,16a
Zn-solo	4091a	13,64a	3205a	15,32a
Mn-solo	3993a	13,60a	3514a	15,46a
Boro-solo	3943a	13,21a	3190a	15,25a
S-solo	4001a	13,65a	3500a	14,81a
Completo	3914a	13,67a	3297a	14,94a
Testemunha	3890a	13,61a	3340a	15,08a
Mo-foliar	3929a ²	13,32a	3335a	15,23a
GRAP 250 -foliar	3836a	13,29a	3334a	15,05a
GRAP 12 -foliar	4008a	13,77a	3271a	14,80a
GRAP 147 -foliar	3772a	13,38a	3162a	14,96a
GRAP 104 -foliar	3928a	13,35a	3374a	15,22a
COF-L-300-foliar	—	—	3286a	14,72a
COF-L-250-foliar	—	—	3433a	15,05a
CV (%)	5,1	2,2	6,5	2,9

¹ Doses/ha: Cu, Zn e Mn = 5kg; B = 3kg; S = 37,6kg (no solo); Cu-foliar = 250g; GRAP 12 e COFERMOL-L-250 usados só em Sambaíba.

² Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

TABELA 6.2. Produção (kg/ha) e peso (g) de 100 grãos da cultivar de Soja Sambaíba, em função de doses de cobre (Cu), safra 1998/99, em LVd de Sambaíba, MA. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Tratamentos Cu - kg/ha	g/100grãos	kg/ha
0,0	15,08a ¹	3340a
2,5	14,61a	3194a
5,0	14,92a	3363a
7,5	14,95a	3361a
10,0	14,61a	3322a
CV (%)	3,6	6,0

¹ Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

TABELA 6.3. Produção de grãos de soja (kg/ha), em função de vários tratamentos com micronutrientes com e sem fungicida foliar em LRe de Londrina, safra 1998/99. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Tratamentos	kg/ha	
	s/fungicida	c/fungicida
Cu-solo	3681a ¹	3711a
Mn-solo	3675a	3470a
Zn-solo	3512a	3476a
B-solo	3630a	3593a
S-solo	3524a	3475a
Completo	3578a	3768a
Testemunha	3520a	3683a
Média	3589	3597
CV	5,9	

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas dentro de local, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

BR-64, cujos tratamentos estão contidos nas Tabelas 6.4 e 6.5. As doses dos micronutrientes e enxofre são as mesmas do Experimento 1, ou seja; Zn(5kg/ha)-S(2,5kg/ha): 14kg/ha de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (35% Zn e 18% S); Mn(5kg/ha)-S(2,9kg/ha): 15kg/ha de $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (33% Mn e 19% S); Cu(5kg/ha)-S(2,5kg/ha): 20kg/ha de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (25% Cu e 12% S); B(3kg/ha): 17kg/ha de H_3BO_3 (18% B); S (37,2kg/ha): 200 kg/ha de Gesso(18,6% S) 200 kg/ha, aplicados a lanço e incorporados. Em Londrina, não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 6.4). Em Rondonópolis, ocorreram aumentos absolutos na produção, sem diferença estatística (Tabela 6.5). Em Sambaíba, MA, os tratamentos -Cu, -Mn e -B foram estatisticamente iguais à testemunha,

indicando, provavelmente, que há deficiência destes nutrientes, prejudicando a produção (Tabela 6.5).

6.2.3. Experimento nº 3: estudo da disponibilidade de enxofre para a cultura da soja em solos do Brasil

Inicialmente, na safra 1998/1999, foram instalados dois experimentos no Estado do Paraná, em Ponta Grossa, num LEa, e em Londrina, num LRe, e um no Estado do Maranhão, num LVd, com o objetivo de determinar os efeitos da aplicação de enxofre sobre a produtividade da soja e estabelecer curvas de resposta do S para a soja e os níveis críticos de S no solo. Os experimentos foram montados em blocos ao acaso, com cinco (5) doses de S (0; 25; 50; 75 e 100 kg/ha) e quatro (4) repetições. A fonte foi o S-

TABELA 6.4. Produção de grãos (kg/ha) e peso de 100 grãos (g) da cultivar de soja Uirapuru, em função de vários tratamentos com micronutrientes com e sem fungicida foliar em LEd de Rondonópolis, MT e em LVd de Sambaíba, MA, safra 1998/99. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Tratamentos ¹	Rondonópolis, MT cv Uirapuru		Sambaíba, MA cv MA/BR-64	
	kg/ha	g/100	kg/ha	g/100
..... Sem Fungicida				
01. Menos Cu: Mn + Zn + B + S	3831a ²	13,02a	3189 b	14,63a
02. Menos Zn: Cu + Mn + B + S	3926a	12,90a	3487ab	14,82a
03. Menos Mn: Cu + Zn + B + S	3805a	12,86a	3247 b	14,86a
04. Menos B: Cu + Mn + Zn + S	3525a	13,36a	3249 b	14,75a
05. Menos S: Cu + Mn + Zn + B	3750a	13,09a	3604ab	14,82a
06. Completo: Cu + Mn + Zn + B + S	3798a	12,52a	3755a	14,98a
07. Testemunha: sem micro e sem S	3786a	12,77a	3285 b	14,54a
..... Com Fungicida				
08. Menos Cu: Mn + Zn + B + S	3723a	13,11a	3433a	14,08a
09. Menos Zn: Cu + Mn + B + S	3847a	12,65a	3388a	14,53a
10. Menos Mn: Cu + Zn + B + S	3500a	12,84a	3539a	14,63a
11. Menos B: Cu + Mn + Zn + S	3671a	12,81a	3509a	14,73a
12. Menos S: Cu + Mn + Zn + B	3652a	12,77a	3403a	14,85a
13. Completo: Cu + Mn + Zn + B + S	3688a	13,14a	3690a	14,86a
14. Testemunha: sem micro e sem S	3710a	12,77a	3297a	14,63a
Média	3729	12,90	3434	14,77
CV	6,3	4,7	5,6	2,6

¹ Micronutrientes aplicados a lanço e incorporados ao solo.

² Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas dentro de uma local, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

TABELA 6.5. Produção de grãos (kg/ha), em função de doses de enxofre (S), safra 1998/99, em LRe de Londrina, PR, LEa de Ponta Grossa, PR e LVd de Sambaíba, MA. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Doses S - kg/ha	Londrina, PR cv BR-37	Ponta Grossa, PR cv BR-133	Sambaíba, MA cv Parnaíba
0	3564a ¹	2300 c	3594a
25	3579a	2819a	3504a
50	3633a	2764a	3569a
75	3678a	2768a	3476a
100	3624a	2439 bc	3610a
CV (%)	4,20	7,66	5,20

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

elementar (flor de enxofre) com 98% de S. Pelos resultados de produtividade de grãos, só houve diferença significativa em Ponta Grossa, com resposta até a dose de S de até 25 kg/ha, entretanto a dose 100 kg/ha prejudicou a produtividade, não sendo diferente da testemunha (Tabela 6.6, 6.7, 6.8).

6.2.4. Experimento n° 4: deficiência x toxicidade de Cu, Mn e B na cultura da soja

A incorporação de áreas menos férteis ao sistema produtivo, uso de cultivares mais exigentes e uso de adubos concentrados, vêm favorecendo o aparecimento de deficiências de micronu-

TABELA 6.6. Teores de macro e micronutrientes nas folhas e nos grãos e produção (kg/ha) da cultivar de soja BR-133, em função de doses de Boro, safra 1998/99, em LEa de Ponta Grossa, PR. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Doses kg/ha B	Produção kg/ha	Macronutrientes g/kg		Micronutrientes mg/kg
		Ca-Folha	Ca-Grão	B-Folha
0,0	3266a ¹	8,55 b	2,13 b	41,58 b
0,1	3075a	8,78ab	2,08 b	40,98 b
0,3	3124a	9,48ab	2,35 b	44,08 b
0,9	2896a	9,10ab	2,53 b	44,08 b
2,7	3011a	10,15a	2,65 b	44,68 b
8,1	2977a	9,20ab	3,28a	52,08a
CV %	6,92	7,21	13,96	6,16

¹ Médias seguidas de mesma letra, nas colunas dentro de cada experimento, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

TABELA 6.7. Teores de macro e micronutrientes nas folhas e nos grãos e produção (kg/ha) da cultivar de soja BR-133, em função de doses de Cobre, safra 1998/99, em LEa de Ponta Grossa, PR. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Doses kg/ha Cu	Produção kg/ha	Macronutrientes g/kg		Micronutrientes mg/kg	
		Ca-Grão	Mg-Grão	Cu-Folha	Cu-Grão
0,0	3094a	2,73 b	2,40 c	12,75a	13,25
0,3	2830a	2,70 b	2,53 b	11,75 bc	14,00
0,9	2934a	2,68 b	2,58a b	12,50ab	14,25
2,7	2745a	3,33ab	2,65a	11,50 c	14,00
8,1	2774a	3,60a	2,58a b	11,50 c	14,50
24,3	2736a	3,63a	2,60a b	12,75a	14,25
CV %	13,12	13,54	2,63	4,82	3,58

¹ Médias seguidas de mesma letra, nas colunas dentro de cada experimento, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

TABELA 6.8. Teores de macro e micronutrientes nas folhas e nos grãos e produção (kg/ha) da cultivar de soja BR-133, em função de doses de Manganês, safra 1998/99, em LEa de Ponta Grossa, PR. Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.

Doses Kg/ha Mn	Produção kg/ha	Micronutrientes mg/kg
		Zn-Grão
0,0	2679 b	29,50 b
1,0	3121 a	30,75 ab
3,0	2895 ab	32,00 a
9,0	2927 ab	31,50 a
27,0	3080 a	32,50 a
81,0	2997 a	30,75 ab
CV%	6,00	3,90

¹ Médias seguidas de mesma letra, nas colunas dentro de cada experimento, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

trientes. O Cu, Mn e B são micronutrientes que comumente se apresentam deficientes em solos brasileiros. Com o objetivo de determinar os teores críticos ou faixas críticas de Cu, Mn e B no solo e na planta, através de análise de tecido e de solo, foram instalados três experimentos em Ponta Grossa, PR, em um LEa. Os tratamentos constaram de seis doses de $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 35% de Cu (0,0; 0,3; 0,9; 2,7; 8,1 e 24,3 kg de Cu/ha), de seis doses de Ácido Bórico 17% de B (0; 0,1; 0,3; 0,9; 2,7 e 8,1 kg de B/ha) e de seis doses de $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 30% de Mn (0; 1; 3; 9; 27 e 81 kg/ha de Mn). Cada micronutriente foi um experimento e o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com seis tratamentos (doses) e quatro repetições. Os resultados mostraram que não houve aumento de produtividade com a crescente aplicação de doses de B e de Cu. Entretanto, quando se aplica doses de Mn houve aumen-

to na produtividade, com resposta até a dose 1,0 kg de Mn/ha. Com doses crescentes de B, a planta acumulou proporcionalmente mais Ca e B nas folhas e mais Ca nos grãos da planta de soja. Houve maior acúmulo de K, Ca, Mg e Cu nos grãos de soja, com o aumento das doses de Cu. À medida que se aumentaram as doses de Mn, o K se acumulou proporcionalmente mais, nas folhas e o Zn, nos grãos.

6.2.5. Experimento nº 5: efeito de fontes e de níveis de micronutrientes sobre a produção da soja

O experimento foi instalado em três locais, na safra 1998/99: em latossolo vermelho-escuro álico (LEa) de Ponta Grossa, PR e Mamborê, PR e; em latossolo vermelho-amarelo distrófico (LVd) de Tasso Fragoso, MA. A correção da acidez, a adubação e as cultivares utilizadas em todos os experimentos, obedeceram às Recomendações Técnicas para

cada local. Para produção e para peso de 100 sementes não houve diferença estatística das doses e fontes em relação à testemunha. Em Ponta Grossa, houve aumento significativo nos teores de Zn nas folhas, à medida que se aumentaram as doses desse elemento. Para Cu e Mn, as doses não afetaram os teores desses elementos nas folhas. Em Mamborê e Balsas, ocorreu o mesmo para Zn. Nesses dois locais, os teores de Cu nas folhas aumentaram, em função das doses de Cu aplicadas.



6.3 Manejo da Fertilidade em Latossolo Roxo (04.0.94.326-03)

Aureo Francisco Lantmann

Um sistema de produção agrícola exige o uso de fertilizantes em quantidades próprias, para atender a situações econômicas e ao mesmo tempo conservar a fertilidade do solo para manter ou elevar a produtividade do sistema. Isso tudo pode ser conseguido quando se identificam claramente os fatores limitantes e se avalia a disponibilidade dos nutrientes existentes no solo, sendo possível, assim, ajustar as práticas de adubação a cada caso.

Ultimamente, tem sido frequente a dispensa dos fertilizantes em latossolo roxo, por agricultores, sem que isso afete a produtividade da soja. Essa prática, sem um acompanhamento técnico, pode, como tempo, inviabilizar um sistema produtivo, como soja-trigo-milho, levando

solos, originalmente férteis, à situação de exaustão.

Para se estudar os efeitos de ausência ou aplicação de adubação para soja e trigo em solo latossolo roxo distrófico, está sendo conduzido um experimento no campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Soja, com os seguintes objetivos:

- a) Avaliar o potencial de fertilidade do solo latossolo roxo distrófico;
- b) Avaliar a necessidade de adubação fosfatada e potássica para a soja nas situações de ausência e presença de adubações no cultivo de trigo, num sistema contínuo soja/trigo;
- c) Determinar o retorno econômico em situações da soja ter ou não adubação em diferentes condições de fertilidade do latossolo roxo distrófico;
- d) Avaliar a capacidade de aproveitamento, pelas culturas da soja e trigo, de adubações efetuadas para ambas as culturas;
- e) Avaliar o efeito da adubação fosfatada aplicada em maior profundidade.

No presente relato será apresentado os resultados relativos ao trigo cultivado em sucessão a soja no ano de 1999.

A menores produtividades de trigo foram observadas nos tratamentos que não tiveram qualquer adubação com P e K ou adubação com esses nutrientes apenas para o trigo, com produtividades entre 1.714 kg ha⁻¹ a 2.097 kg ha⁻¹. Considerando que as concentrações adequadas de P e K nas folhas de trigo são entre 2,0 a 3,0 g kg⁻¹ e entre 23 a 25 g kg⁻¹, respectivamente, no primeiro conjunto

de tratamentos, com ausência de adubação para a soja, as concentrações ficaram abaixo do adequado, com reflexos sobre as menores produtividades (Tabela 6.9).

No segundo conjunto de tratamentos, com adubação também para a soja, as produtividades de trigo foram maiores que as do primeiro conjunto, com produtividades entre 2.323 kg ha⁻¹ e 1.941 kg ha⁻¹ e as concentrações de P e K nas folhas de trigo foram todas maiores que os níveis adequados estabelecidos.

As maiores produtividades de trigo, foram obtidas nos dois últimos tratamentos, com 2.350 kg ha⁻¹ e 2.322 kg ha⁻¹, esses tratamentos receberam adubação fosfatada e potássica para a soja e trigo durante todo os anos da execução do experimento. Também nesses tratamentos as concentrações de P e K nas folhas de trigo foram as maiores, com 3,50 g kg⁻¹ e 38,20 g kg⁻¹ respectivamente. (Tabela 6.9).

Com a análise deste ano para o trigo, podemos concluir que: para o cultivo trigo em sucessão a soja, seria necessário

TABELA 6.9. Rendimentos de grãos de trigo do ano 1999, e concentração de fósforo e potássio em folhas de trigo, em função de fertilizantes aplicados para a sucessão soja-trigo após oito anos em solo Latossolo Roxo distrófico. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2000.

Tratamentos				Produtividade	Concentração nas folhas	
Soja		Trigo			P	K
P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O			
kg ha ⁻¹		kg ha ⁻¹				
0	0	0	0	1.714 c		17,98
0	0	50	30	2.097 bc	2,77	29,16
0	0	50	0	1.902 bc	3,25	20,60
0	0	0	30	1.736 c	2,47	30,39
30	0	50	30	2.290ab	3,10	29,31
60	0	50	30	2.290ab	3,37	27,70
30	0	50	30	1.941 bc	3,15	23,75
60	0	50	30	2.042 bc	3,27	32,38
0	50	50	30 ¹	2.323a	3,15	33,57
0	100	50	30 ¹	2.237ab	3,40	32,30
30	50	50	30	2.322a	3,50	38,20
60	100	50	30	2.350a	3,55	34,90
Média				2.095		
CV				9,45		
Teste F.				8,46		

¹ cultivo sem adubação.

adubar o trigo também e o trigo apresentaria as melhores produtividades quando também fosse adubado.



6.4 Manejo dos Resíduos da Colheita Condicionado por Sistemas de Preparo do Solo (04.0.94.326-04)

Odilon Ferreira Saraiva, Eleno Torres,
Donizete Aparecido Loni e Mariluci da Silva Pires

Os restos de culturas constituem-se na fonte de matéria orgânica dentro do contexto de cultivo e uso intensivo do solo. Há perdas de matéria orgânica em direção a um novo equilíbrio, condicionado pelo clima, tipo de solo e práticas de manejo do solo e culturas. A manutenção dos restos de culturas no sistema favorecerá a permanência de maiores teores de matéria orgânica no novo equilíbrio, mais próximos aos originais. Os resíduos sobre a superfície do solo promovem o controle da erosão, da temperatura da camada superficial, e a conservação de umidade do solo. A sua incorporação beneficia os aspectos físico-químicos. Então, há interesse que parte dos restos de culturas permaneçam na superfície e o restante seja incorporado.

Objetivou-se desenvolver um método para avaliação da cobertura do solo e quantificar o poder de incorporação dos restos de culturas pelos sistemas de preparo do solo, bem como estudar a sua taxa de decomposição, para identificar as relações da dinâmica dos resíduos produzidos no sistema de produção da soja.

Este subprojeto que hora se encerra dentro do SEP (Sistema Embrapa de Planejamento), foi desenvolvido nas dependências da Embrapa Soja, em Londrina, PR, durante o período de 1994 a 1999. Foi realizada a calibração de um método de avaliação de cobertura do solo pelos restos de culturas. A partir de quantidades conhecidas de restos de culturas, foi avaliada a cobertura do solo pelo método de transeções lineares. As duas variáveis foram relacionadas para estimar a cobertura. No segundo experimento, para avaliar a influência dos sistemas de preparo do solo sobre as relações da dinâmica dos restos de colheita, foi avaliada a quantidade de material remanescente sobre o solo e a cobertura. Os tratamentos foram constituídos de sete sistemas de preparo do solo: cruzador, plantio direto, plantio direto três anos e cruzador no quarto ano, arado de discos, arado de aivecas, grade pesada e preparo alternado, sob duas modalidades de rotação de culturas: trigo/soja contínuo e aveia/soja - tremoço/milho - trigo/soja - trigo/soja. No terceiro experimento, foi estudada a perda de massa de restos de culturas. Foi utilizada a técnica dos sacos de nylon com restos de culturas; os mesmos foram instalados na superfície das parcelas de plantio direto e enterrados a 15-20 cm de profundidade nas parcelas de cultivo convencional, com arado de discos. Os sacos eram recolhidos para avaliações após 0, 1, 2, 4, 8 e 16 semanas de permanência no campo.

Ao estudar-se a habilidade de cobrir o solo por restos de culturas, foram determinadas as seguintes equações de re-

gressão, para estimar a cobertura do solo (Y, em %), a partir da quantificação dos restos de culturas (X, em kg/ha):

Soja:

$$Y = 3,676 \cdot 10^{-5} \cdot (X^{(2,958 - 0,3326 \log X)});$$

$$r^2 = 0,99;$$

$$\text{área projetada específica do resto de cultura} = 1,84 \pm 0,06 \text{ m}^2/\text{kg} \text{ (P=0,05)}.$$

Milho:

$$Y = 1,123 \cdot 10^{-4} \cdot (X^{(2,799 - 0,3251 \log X)});$$

$$r^2 = 0,99;$$

$$\text{área projetada específica do resto de cultura} = 2,58 \pm 0,22 \text{ m}^2/\text{kg} \text{ (P=0,05)}.$$

Trigo:

$$Y = 2,023 \cdot 10^{-5} \cdot (X^{(3,777 - 0,5321 \log X)});$$

$$r^2 = 0,99;$$

$$\text{área projetada específica do resto de cultura} = 4,95 \pm 0,16 \text{ m}^2/\text{kg} \text{ (P=0,05)}.$$

Aveia:

$$Y = 132,0582(\text{EXP}(-(802,7923)/X));$$

$$r^2 = 0,99;$$

$$\text{área projetada específica do resto de cultura} = 2,70 \pm 0,60 \text{ m}^2/\text{kg} \text{ (P=0,05)}.$$

Alcançou-se 100% de cobertura do solo com 6.125 kg/ha de resíduos de soja, 6.700 kg/ha de resíduos de milho, 2.625 kg/ha de resíduos de trigo e 2800 kg/ha de resíduos de aveia, demonstrando a maior eficiência dos restos de trigo e aveia em cobrir o solo.

Desde o início do trabalho, foi observado que os tratamentos pouco influenciaram a produção de restos de culturas. A produção de restos de soja nunca foi suficiente para proporcionar 100% de cobertura do solo. As culturas de milho,

trigo e aveia foram capazes de produzir restos suficientes para cobrir 100% do solo, exceto em anos em que o clima era desfavorável. O aumento da capacidade de incorporar foi observado na seguinte ordem: semeadura direta, cruzador, escarificador, grade pesada, arado de discos e arado de aivecas. O tipo de restos de culturas influenciou a capacidade de incorporação pelos sistemas de preparo do solo e foi aumentada na sequência: restos de milho, aveia, trigo e soja.

A perda de massa dos restos de culturas foi observada ser maior quando incorporados ao solo, em relação aos mesmos mantidos na superfície, denotando maiores teores de carbono orgânico no sistema de plantio direto. No período de verão, em relação ao de inverno, também foi observada maior perda de massa. Com exceção da aveia incorporada, os demais restos de culturas, soja, milho e trigo, não foram totalmente decompostos, sobrando material para o próximo ciclo de culturas.



6.5 Avaliação de Sistemas de Preparo do Solo, Rotação de Culturas e Semeadura da Soja (04.0.94.326-05)

Eleno Torres, Odilon Ferreira Saraiva,
José Renato Bouças Farias,
Paulo Roberto Galerani,

Dionísio Luis P. Gazziero, Mariluci da Silva Pires
e Donizete Aparecido Loni

Ano após ano, tem sido observado, por pesquisadores e extensionistas, um decréscimo na produtividade da soja e de outras culturas, apesar da geração de

cultivares mais produtivas, de novas técnicas de fertilização e correção do solo, etc. A principal causa apontada para esse decréscimo é a degradação do solo provocada pelo sistema de cultivo altamente mecanizado da sucessão soja-trigo. A grande área de cultivo da soja está localizada em regiões de clima quente, onde a formação e a manutenção de cobertura morta sobre a superfície é difícil e, também, porque essa matéria orgânica é degradada com muita rapidez, tornando o solo mais suscetível à compactação. A alternativa para minimizar o problema é aprimorar a tecnologia de preparo do solo existente, ou desenvolver novos sistemas de manejo e de rotação de culturas, que preservem o solo e estabilizem a produtividade da soja e culturas associadas. Os principais objetivos do trabalho são: conhecer o efeito de sistemas de preparo do solo e de rotação de culturas e da respectiva interação sobre as características físicas e químicas do solo, e produtividade da soja; conhecer o efeito do preparo do solo com implementos de hastes, em diferentes condições de restos de cultivos, sobre o nivelamento do terreno e resistência do solo no plantio direto.

6.5.1. Avaliação de sistemas de preparo do solo e semeadura da soja

O experimento foi instalado num latossolo roxo distrófico e teve início no ano de 1981. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, com os seguintes tratamentos: sistema direto; preparo convencional (arado de disco + grade niveladora); preparo com escarificador (escarificador + grade

niveladora); e preparo com grade pesada (grade pesada + grade niveladora).

Apesar dos ganhos de produtividade observados nos últimos anos no plantio direto, a monocultura trigo/soja não ofereceu sustentabilidade ao sistema, principalmente, nos quatro primeiros anos (Fig. 6.7). Nesses anos, o plantio direto teve comportamento semelhante, ou inferior, ao convencional. Esses resultados refletem o desempenho do plantio direto nos Latossolos Roxos do Norte do Paraná, Sul de São Paulo e do Mato Grosso do Sul, quando se usa a sucessão soja/trigo. As técnicas para viabilizar o plantio direto no período de transição são baseadas na rotação de culturas e/ou em práticas mecânicas, conforme o apresentado no relatório do ano anterior.

Os resultados obtidos em 1998/99, evidenciaram que tanto a altura da planta como o rendimento de grãos da soja (Fig. 6.7) foram mais elevados nos sistemas plantio direto (3762 kg/ha), em relação aos preparos com escarificador (3326 kg/ha), grade pesada (3140 kg/ha), porém, sem diferir do preparo com arado de disco (3451 kg/ha). A densidade global do solo, na profundidade de 8 cm, foi mais elevada no plantio direto e no preparo com grade pesada. Na profundidade de 16 cm, foi mais elevada no plantio direto, arado de disco e grade pesada. E, na profundidade de 16 cm, foi mais elevada no arado de disco e grade pesada. Esses resultados evidenciaram, com o passar dos anos, que, no plantio direto, o adensamento é maior na superfície, diminuindo abaixo dos 20 cm. O preparo com grade pesada prepara apenas uma

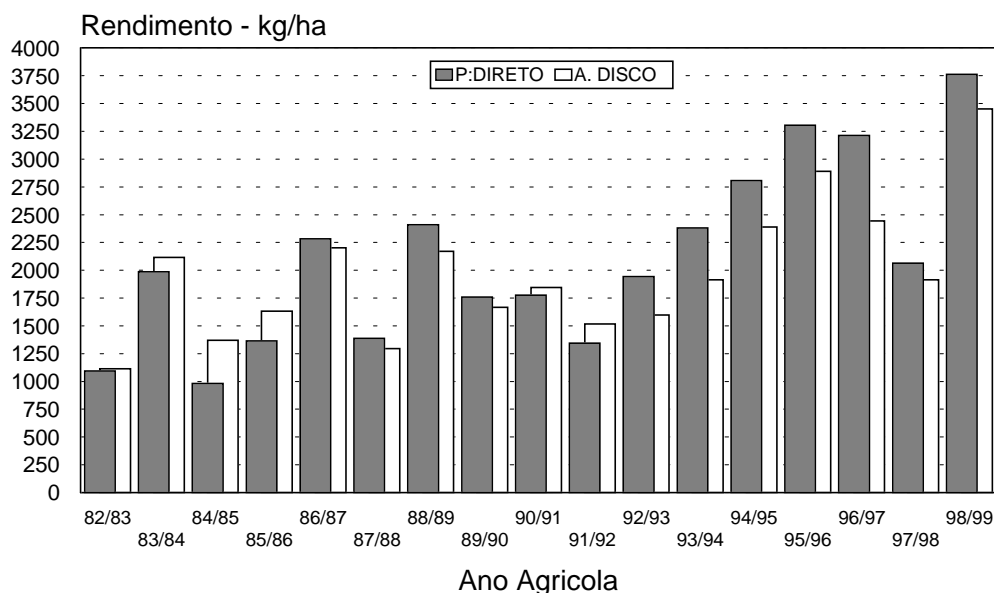


FIG. 6.7. Produtividade da soja observada no plantio direto e preparo com arado de disco em diferentes anos agrícolas. Embrapa Soja. 1998.

pequena camada superficial e, logo abaixo dos 10 - 12 cm, provoca a formação de uma intensa camada compacta. Já o arado de disco prepara uma camada mais profunda, porém, abaixo dela provoca uma outra camada de alta densidade, que chega atingir $1,29 \text{ g/cm}^3$.

6.5.2. Avaliação de sistemas de produção de soja: manejo, rotação e cultivares

O experimento foi instalado num Latossolo Roxo distrófico e teve início no ano de 1993/94. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com os tratamentos sendo distribuídos em fatorial 5×2 , com quatro repetições. Os tratamentos foram cinco sistemas de preparo do solo e de rotação de culturas, e duas cultivares de soja. Os tratamentos de preparo e de rotação foram: aração (arado de disco + grade niveladora na suces-

são soja trigo); gradagem pesada (grade pesada + grade niveladora na sucessão soja trigo); aração II (aração por uma safra e gradagem pesada por duas safras consecutivas na sucessão soja trigo); plantio direto I (rotação: tremoço/milho - aveia/soja - trigo/soja); A altura de planta e o peso da sementes da soja foram pouco afetados pelos tratamentos de manejo. e plantio direto II (rotação: nabo/milho - aveia/soja - trigo/soja). As duas cultivares de soja foram EMBRAPA-I (ciclo precoce) e BR-37 (ciclo médio).

No ano agrícola de 1997/98, os tratamentos mantidos em plantio direto (direto-rot.I e direto-rot.II), foram cultivados com milho e os mantidos em sistema convencional (aração, aração II e gradagem pesada), cultivados com soja. No ano agrícola de 1998/99, todos os tratamentos foram cultivados com soja. A produ-

tividade da soja foi mais elevada nos tratamentos mantidos em plantio direto (rot. I e rot. II). Para a soja, mesmo entre sistemas que mobilizaram o solo em diferentes profundidades, não foi verificado efeito dos tratamentos de preparo sobre a produtividade das cultivares testadas, apesar dos resultados anteriores terem evidenciado, em alguns anos, menor produtividade nos sistemas que preparam apenas uma pequena camada de solo e que propiciam desenvolvimento superficial das raízes. A altura de planta também foi mais elevada no plantio direto.

6.5.3. Avaliação de sistemas de preparo do solo x rotação de culturas

O experimento foi instalado num Latossolo Roxo distrófico e teve início no ano de 1988. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com os tratamentos distribuídos em fatorial 7 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos são sete sistemas de preparo do solo e duas seqüências de rotação de culturas. Os sistemas de preparo, são: escarificação com escarificador tipo cruzador; plantio direto - três anos (sistema direto com a utilização a cada três anos de escarificador tipo cruzador); plantio direto contínuo); aração com arado de discos; aração com arado de aivecas; gradagem com grade pesada; e preparo alternado, a cada ano um implemento diferente (arado de disco, arado de aiveca, escarificador). Os sistemas de seqüências de culturas foram: sucessão soja/trigo contínua; e rotação tremoço/milho - aveia/soja - trigo/soja - trigo/soja.

O ano agrícola de 1998/99 foi o décimo de execução do experimento. Os resultados das análises físicas e químicas do solo foram apresentados no ano anterior e evidenciaram resultados importantes para a viabilização do plantio direto nos latossolos roxos, principalmente relacionados com a compactação do solo. Nas profundidades compreendidas entre 8 e 16 cm, a rotação de culturas diminuiu a densidade global e aumentou a macroporosidade do solo no plantio direto. Esses resultados mostram que os problemas de compactação no plantio direto podem ser minimizados pela rotação de culturas, possibilitando, também, que a transição do plantio convencional para o plantio direto, principalmente nos solos degradados, seja feita sem o impacto negativo que normalmente ocorre nos cinco primeiros anos.

O uso de escarificador do tipo cruzador depois da colheita da soja e antes da semeadura do trigo ou qualquer outro cereal, também vem sendo alternativa viável, conforme evidenciou o tratamento plantio direto-três anos. Essa tecnologia preserva grande parte dos resíduos na superfície e quase não diminui a matéria orgânica do solo. Ela deve ser realizada após a colheita da soja, em virtude da pequena quantidade de palha deixada, e antes da semeadura do trigo ou aveia ou de outra espécie de fácil germinação. Recomenda-se preparar o terreno quando e mesmo estiver na consistência friável para não levantar grandes torrões, mesmo que isso prejudique um pouco a eficiência da descompactação (Fig. 6.8).

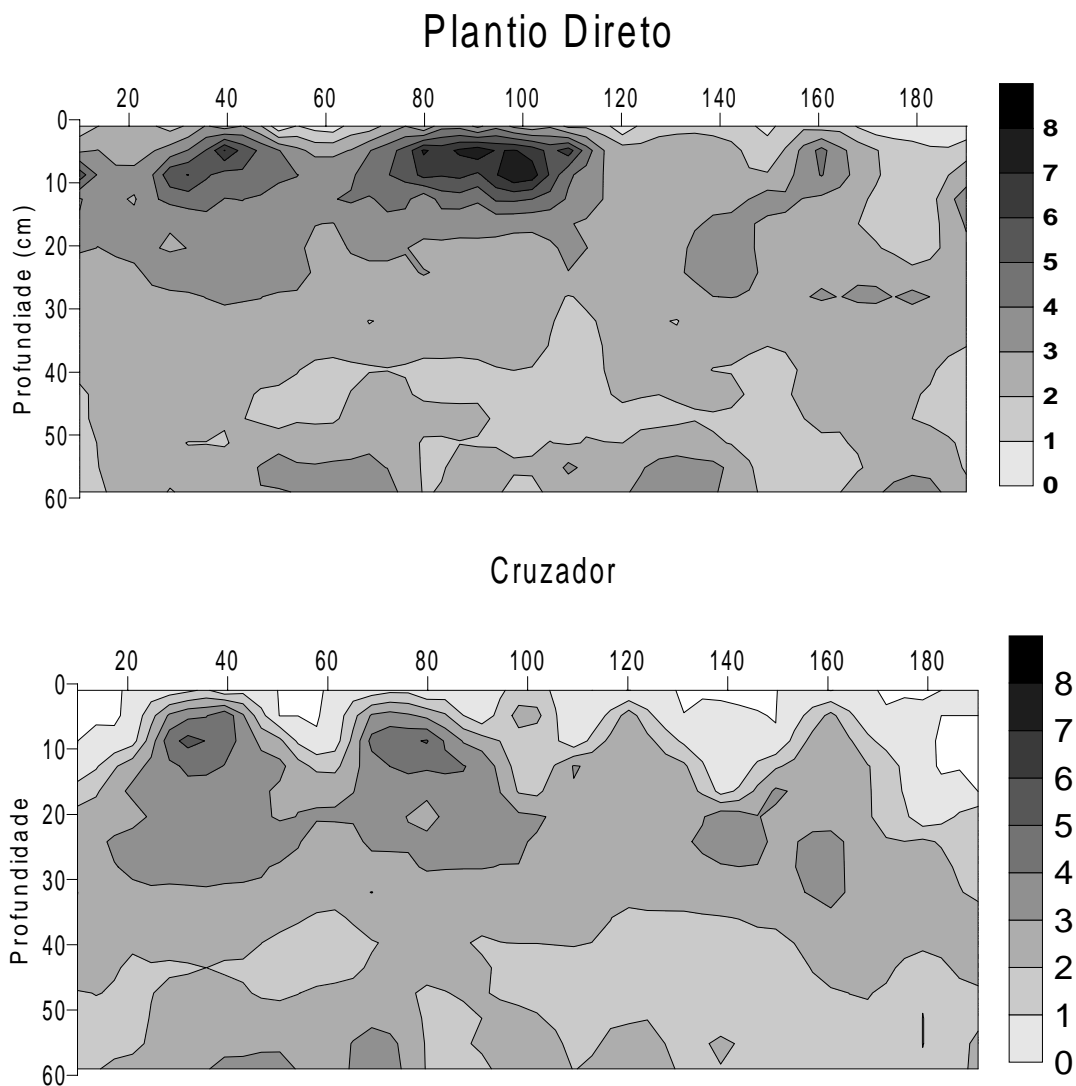


FIG. 6.8. Diagrama da resistência   penetração do solo observado no plantio direto e após o preparo com escarificador do tipo cruzador. Embrapa Soja. 1998/99.

Esperar uma ou duas chuvas para que o terreno assente, para depois realizar a semeadura, preferencialmente, sem o nivelamento do terreno. A velocidade de semeadura não deve ultrapassar os 6 km/h, para evitar o embuchamento da máquina.

No ano agrícola de 1997/98, nos tratamentos de preparo do solo mantidos

em rotação de cultura, em função do ciclo da rotação, foi cultivado milho no verão. No ano de 1998/99, no inverno, foi cultivada aveia no sistema rotação e trigo no sistema sucessão. No verão, a soja foi cultivada em todos os tratamentos. A produtividade de grãos soja foi mais elevada nos sistemas de manejo do

solo mantidos em plantio direto no verão (plantio direto contínuo - 3708 kg/ha, plantio direto com mobilização do solo a cada três anos - 3754 kg/ha e no preparo com cruzador no inverno todos os anos - 3580 kg/ha). Não foi verificada diferença de produtividade para a soja entre a sucessão e a rotação.



6.6 Estudo das Causas da Compactação do Solo e do seu Efeito sobre a Soja (04.0.94.326-06)

Eleno Torres, Odilon Ferreira Saraiva,
Donizete Aparecido Loni e
Marilyn da Silva Pires

O manejo inadequado do solo é um dos fatores limitantes à produção das culturas, principalmente da soja, que tem um cultivo altamente mecanizado. As vantagens aparentes dessa mecanização são acompanhadas de uma série de desvantagens, decorrentes do preparo com máquinas e implementos impróprios, feitos em condições inadequadas de umidade do solo. O resultado é a degradação da estrutura e o aumento da suscetibilidade dos solos à compactação e à erosão. O conhecimento do efeito e dos fatores que causam a compactação é de grande importância para o direcionamento das práticas de manejo e de rotação de culturas, visando a preservação e/ou a melhoria das características físicas do solo e, conseqüentemente, da produtividade da soja. Os principais objetivos do trabalho são: conhecer quais são e em que proporções os parâmetros físicos e químicos do solo interferem na

suscetibilidade do solo à compactação e avaliar o efeito da compactação do solo sobre o desenvolvimento de diferentes cultivares de soja.

6.6.1. Estudo das causas da suscetibilidade dos solos à compactação

Esse estudo foi realizado a partir da amostragem de seis solos representativos das diferentes regiões produtoras de soja do Estado do Paraná, Latossolo Roxo eutrófico - Londrina; Latossolo Roxo álico - Campo Mourão; Latossolo Bruno álico - Guarapuava; Latossolo Vermelho amarelo - Castro; Cambissol - Palmeira e Latossolo Vermelho escuro - Goioêre. A partir dessas amostras, foram determinadas as curvas de compactação e os valores da máxima compactação, expressos pela densidade global. Posteriormente, estes dados foram correlacionados com os diferentes parâmetros físicos e químicos do solo obtidos nessas amostras para determinar os parâmetros físicos e químicos que mais influenciam na compactação do solo.

Para todos os solos a compactação máxima aumentou com o aumento da umidade do solo até atingir um ponto máximo, que ocorreu dentro do intervalo plástico (limite de liquidez - limite de plasticidade) e muito próximo do limite inferior de plasticidade. O fato evidencia que caso o solo seja trabalhado dentro da faixa de friabilidade terá menos problemas de compactação. A compactação máxima foi sempre menor no solo mantido sob vegetação natural em relação ao solo cultivado, exceção do Latossolo Vermelho escuro. A diferença de compacta-

ção entre as condições de solo nativo e cultivado, foi maior no Cambissol devido às maiores diferenças nos teores de matéria orgânica verificadas entre as duas condições. A menor compactação nos solos nativos, em relação ao cultivado, é explicada pela redução da matéria orgânica verificada no solo cultivado, devido às operações de cultivo. A matéria orgânica, comparada aos demais minerais primários do solo, tem baixa densidade real, em torno de 1 g/cm^3 e, além disso, pode contribuir para diminuir o arrançamento das partículas no processo de compactação durante as operações de cultivo. A compactação, nesse trabalho, é expressa pela densidade global, portanto, dependente da densidade real e da capacidade de redução do arrançamento das partículas proporcionadas pela matéria orgânica. O teste de correlação evidenciou que quanto menor o teor de carbono do solo maior foi a compactação. A maior quantidade de areia grossa no solo, também, diminui a compactação, devido à menor superfície de contato das partículas maiores. Dentro do grupo dos solos argilosos, os solos com maiores quantidades de ferro também apresentaram maiores valores de compactação máxima, provavelmente, em função da alta densidade real apresentada pelo ferro.

Apesar de terem apresentado valores de densidade máximas acima de $1,50 \text{ g/cm}^3$, os solos arenosos dificilmente apresentam problemas de compactação, porque as areias possuem baixa superfície de contato, o que confere alta macroporosidade aos solos arenosos, os quais, desde que não tenham outras limitações,

facilitam as trocas gasosas e o crescimento radicular, já que o caminho natural para crescimento das raízes são os macroporos. Os problemas de compactação são mais graves nos solos argilosos, devido à alta superfície de contato das partículas de argila, o que pode provocar nos solos baixa macroporosidade, principalmente, quando as práticas de manejo reduzem a matéria orgânica. Dentro dos solos argiloso, o Latossolos Roxo, apresentou maiores valores de compactação máxima ($1,53 \text{ g/cm}^3$), em relação ao Latossolo Roxo álico de Campo Mourão e ao Latosso Bruno álico de Guarapuava. A compactação máxima do Latossolo Bruno Álico, não ultrapassou os $1,38 \text{ g/cm}^3$. O fato evidencia que se esses solos forem trabalhados na umidade friável dificilmente apresentará problemas de compactação.

Devido à importância da matéria orgânica e, também, porque as características da textura e das partículas minerais do solo não podem ser alteradas, a seleção das práticas de manejo de solo devem visar o seu aumento ou preservação, se os níveis forem adequados. As práticas de manejo do solo, avaliadas no subprojeto 326-05 e, discutidas nos relatórios anteriores, mostram as melhores alternativas para preservar ou aumentar os teores de matéria orgânica no solo.

6.6.2. Resposta de diferentes cultivares de soja à compactação do solo no plantio direto

O experimento foi instalado em Londrina em Latossolo Roxo distrófico desde o ano de 1996/97. O delineamento

experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas: as parcelas foram formadas por dois níveis de manejo do solo (solo compactado - densidade em torno de 1,36 g/cm³ e solo não compactado - escarificação em torno de 25 cm, antes da implantação do experimento) e a subparcela por seis cultivares de soja (Paraná, BR-16, Iguaçu, BR-4, FT-2 e SS-1). Os objetivos do experimento são: de observar o efeito da compactação do solo sobre o desenvolvimento da soja e a dinâmica e evolução da compactação do solo no plantio direto.

Em 1998/99 a densidade global do solo (Tabela 6.10), principalmente, nas profundidades de 8 e 16 cm, foi mais elevada no tratamento compactado (1,33 e 1,34 g/cm³, respectivamente), em relação ao solo não compactado (1,26 e 1,26 g/cm³). No solo compactado, nas profundidades de 8 e 16 cm, a densidade global foi igual ou mais elevada que 1,29 g/cm³, valores que, na maioria dos anos, podem provocar danos ao desenvolvimen-

to da soja, conforme os trabalhos realizados no CNPSo. Transformando-se as densidades avaliadas no solo compactado (1,33 e 1,34 g/cm³) em compactação relativa (relação entre a densidade medida no solo e a compactação máxima do solo obtida pelo método de Proctor), obtêm-se valores de 0,87 e 0,88. Baseado nesse conceito, ou seja, de que valores acima de 0,85 podem prejudicar o desempenho da soja, na profundidade de 16 cm, no solo compactado, a compactação relativa foi preocupante.

Com relação à evolução da compactação do solo no plantio direto, nas duas condições de solo (compactado e não compactado), observou-se, em relação ao ano anterior, que no solo não compactado a densidade aumentou de 1,24 para 1,26 g/cm³ e de 1,25 para 1,26 g/cm³, nas profundidades de 8 e 16 cm, respectivamente. Na profundidade de 24 cm, verificou-se que a densidade permaneceu estável em torno de 1,21 g/cm³. No solo compactado, a densidade global aumen-

TABELA 6.10. Valores médios de densidade global, macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo, observados em três profundidades e duas condições de manejo do solo no plantio direto (solo compactado e solo não compactado - preparo com escarificador). Ano 1998/99. Embrapa Soja. 1999.

Sist. de preparo	Profundidade (cm)	Porosidade (%)			Densidade global (g/cm ³)
		Macro	Micro	Total	
Não compactado	8	7,11	43,65	50,76	1,26
	16	7,37	43,38	50,75	1,26
	24	7,91	44,08	51,99	1,21
Compactado	8	6,01	43,95	49,96	1,33
	16	4,38	44,79	49,17	1,34
	24	3,86	45,63	49,49	1,30

tou de 1,28 para 1,33 g/cm³, permanecendo estável na profundidades de 16 cm. Na profundidade de 24 cm, a densidade também permaneceu estável em relação ao ano anterior. Esses resultados confirmam a tendência do plantio direto em apresentar problemas de adensamento superficial. Porém, ao contrário dos demais sistemas a compactação tende a diminuir ou permanecer estável abaixo dos 20 cm, evidenciado que o problema, nesse sistema, ocorre mais na camada superficial do solo, portanto, mais fácil de ser atenuadas.

A maior densidade e menor macroporosidade foram relacionadas com a resistência do solo à penetração (Fig. 6.9). Como no ano anterior, no solo compactado a resistência à penetração foi elevada já a partir dos 8 cm de profundidade, evidenciando valores de até 4,5 MPa. No

solo não compactado, a resistência máxima não ultrapassou os 3,5 MPa. Apesar desses valores terem sido mais elevados que os do ano anterior, em razão da forte influência que a umidade do solo tem sobre a resistência do solo à penetração, não se pode afirmar que ocorreu aumento da resistência em relação ao ano anterior.

O efeito negativo da compactação sobre o desenvolvimento radicular, apesar de ocorrido, foi menos evidente que o ano anterior. As diferenças de desenvolvimento radicular, entre as duas condições de manejo, foram maiores nas profundidades superficiais, principalmente até os 25 cm. Nesse último ano agrícola a compactação não afetou a produtividade da soja.

O aumento da densidade global e da resistência do solo à penetração evidenciou a tendência do plantio direto apre-

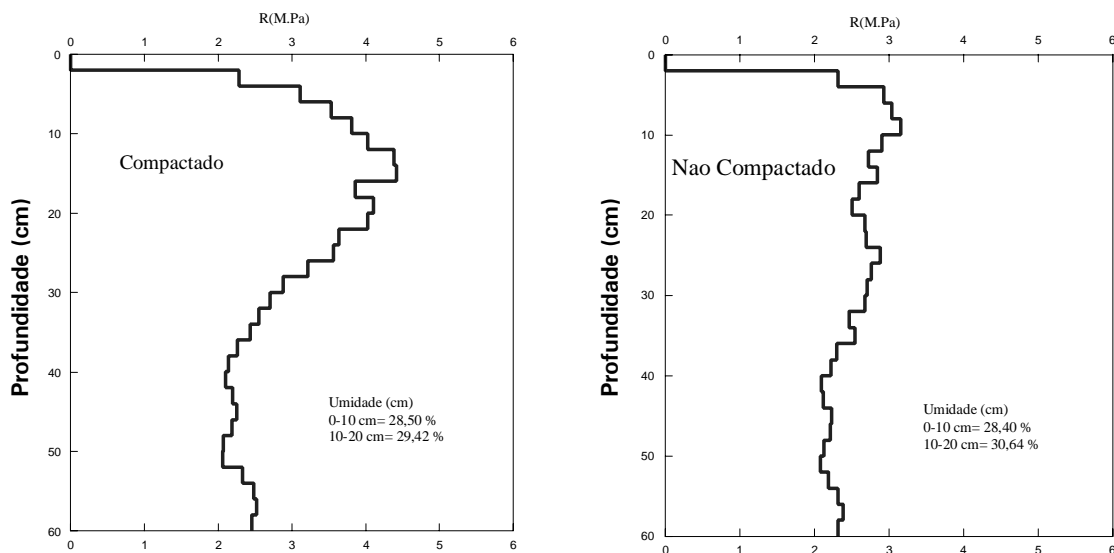


FIG. 6.9. Resistência à penetração de um solo submetido a duas condições de manejo (solo compactado e não compactado) no plantio direto. Ano 1998/99. Embrapa Soja. 1999.

sentar problemas de compactação nas camadas superficiais, mesmo quando se fez a descompactação do solo antes da implantação do sistema. A intensidade e a evolução desse problema deverá ser melhor compreendida com o passar dos anos e com novas informações obtidas nesse experimento. Os resultados obtidos até o momento, evidenciaram que a compactação do solo no plantio direto, dependendo do ano, pode afetar a produtividade da soja, principalmente, se não forem tomados os cuidados necessários na implantação do sistema e que, apesar do bom comportamento do sistema radicular da cultivar BR-4, todas as cultivares testadas tiveram sua produtividade reduzida pela compactação. A intensidade desse efeito foi associada à disponibilidade hídrica nos diferentes anos.



6.7 Sistema de Rotação de Espécies Perenes e Anuais para Recuperação Biológica de Latossolos Roxos Eutróficos e Integração Agropecuária, na Região Meridional (04.0.94.326-10)

Celso de Almeida Gaudencio,
Maria Cristina Neves de Oliveira e
Gedi Jorge Sfredo

Latossolos roxos eutróficos, textura argilosa de baixa atividade, com limitações de fósforo, na região Meridional do Brasil, em clima Cfa, de inverno moderadamente seco, ocupados por vários anos seguidos com monocultura de soja, têm apresentado desagregação física e de-

créscimo da capacidade produtiva do solo. Essas condições, de solo degradado e compactado, têm dificultado o uso de semeadura direta e, portanto, também dificultado o controle mais efetivo da erosão. O objetivo do trabalho é utilizar espécies perenes para cobertura vegetal e uso posterior de culturas anuais, com a finalidade de recuperar o solo, viabilizar a semeadura direta, aumentar o rendimento das culturas e promover a integração agropecuária. Durante três anos, foram utilizadas a *Brachiaria brizantha* e *Indigofera endecaphylla*. Também foi usado o cultivo de soja/trigo, por três anos, no sistema de semeadura direta. Após esses procedimentos, foram testados dois sistemas de cultivo em rotação de culturas: soja/aveia-milho/girassol-soja/trigo-soja/trigo e soja-trigo contínuos, ambos em semeadura direta. Após oito anos pode-se tecer considerações. O solo degradado, recuperado por gramínea perene, aumenta o rendimento do trigo. Após o quarto ano há tanto o efeito da gramínea perene como da rotação de culturas anuais sobre o rendimento do trigo. A leguminosa perene exerce influência positiva sobre o rendimento do trigo, mas inferior ao obtido após gramínea perene. O sistema de rotação de culturas anuais soja/aveia milho/girassol soja/trigo soja/trigo aumenta o rendimento do trigo no solo não recuperado por espécies vegetais perenes. A leguminosa perene, como agente recuperador do solo degradado, aumenta o rendimento da soja, até o quinto ano de cultivos anuais. A gramínea perene aumenta o rendimento da soja até o quarto cultivo anuais, desde que inoculado

com *Bradyrhizobium*. A soja, no sétimo e oitavo anos de cultivos anuais, apresenta, em solo recuperado por gramínea perene, maior rendimento em relação ao obtido pela soja em solo recuperado por leguminosa perene. A rotação de cultura anuais soja/aveia milho/girassol soja/trigo soja/trigo, aumenta o rendimento da soja do quinto ao oitavo anos de cultivos anuais. Em regiões em que não ocorre esclerotínea na soja, ela pode ser cultivada após girassol, na seqüência cultural soja/aveia milho/girassol soja/trigo soja/trigo. A *Brachiaria brizantha* e *Indigofera endecaphylla* melhoram as características físicas de solos degradados. Mas é a *brachiaria* que apresenta efeito mais duradouro, pois agrega mais fortemente o solo, protegendo melhor da ação de agentes degradadores. Os resultados permitem fazer recomendações, atendendo aos objetivos ou demandas ou metas, propostas pelo teste de hipóteses do subprojeto. Recomenda-se o uso de sistemas de produção misto de espécies perenes (especialmente pastagem) e lavouras anuais, para recuperação de solos degradados e para viabilização da semeadura direta, em Latossolos roxos eutróficos, do Norte do Paraná. Recomenda-se, três ou mais anos com gramínea forrageira perene ou leguminosa perene, para constituir sistemas de rotação com culturas anuais. Recomenda-se até oito anos de cultivos da rotação soja/aveia milho/girassol soja/trigo soja/trigo, após a recuperação do solo por espécies vegetais perenes (Tabela 6.11). Os resultados levam a sugerir as seguintes ações e linhas de pesquisa: o desenvolvimento de valida-

ção tecnológica, de longa duração, de sistema misto lavoura-pasto, ao nível de propriedade. Estudo de avaliação da qualidade, dinâmica e interação com a vida microbiana, do material orgânico de espécies forrageira perenes, que cultivados, promovem a melhoria das propriedades físicas do solo. Estudo da reciclagem de nutrientes, pela ação do material orgânico adicionado ao solo, por espécies forrageiras perenes. Estudo do uso de *rhizobium* na soja cultivada após *Brachiaria brizantha*.



6.8 Rotação de Culturas com a Soja, para a Recuperação Biológica de Latossolos Roxos Distróficos no Planalto Paranaense de Campo Mourão (04.0.94.326-11)

Celso de Almeida Gaudencio e
Joaquim Mariano Costa¹

Os Latossolos distróficos de textura argilosa, no Planalto Paranaense de Campo Mourão, ocupados há vários anos com monocultura de soja, têm apresentado alterações no solo, com desagregação física e diminuição da capacidade produtiva. O objetivo da pesquisa é compor sistemas de rotação de culturas, usando espécies para cobertura vegetal, como agentes biológicos, para recuperação do solo, nos aspectos físicos e químicos e aumento no rendimento das culturas. O ensaio foi iniciado em 1985, na Fazenda Experimental da Cooperativa Agrope-

¹ COAMO.

TABELA 6.11. Sistema de quatro anos de rotação de culturas em semeadura direta, preparo convencional ou mínimo, para lavoura com cerca de 75% de soja. Região Norte do Paraná.

Talhão nº	1º ano		2º ano		3º ano		4º ano		5º ano		6º ano		7º ano	
	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V
1	NB/ML		AV/SJ		TR/SJ		TR/SJ ⁺							
2	(TR/SJ)		NB/ML		AV/SJ		TR/SJ		TR/SJ ⁺					
3	(TR/SJ)		(TR/SJ)		NB/ML		AV/SJ		TR/SJ		TR/SJ ⁺			
4	(AV/SJ)		(TR/SJ)		(TR/SJ)		NB/ML		AV/SJ		TR/SJ		TR/SJ ⁺	

I = Inverno; V = Verão; AV = Aveia preta; GR = Girassol precoce; ML = Milho precoce ou super precoce.

⁺ Fim de um ciclo de rotação. No talhão n° 1, no quinto ano, o sistema poderá continuar da mesma forma como foi iniciado no primeiro ano, ou ser substituído por outro sistema, por razão técnica ou econômica. Para os demais talhões, após o término do sistema, poderá ter continuidade da mesma forma que o indicado para o talhão n° 1.

Observações:

- O preparo (convencional) do solo, este deve ser alternado: escarificação, aração e gradagem pesada, isto é, não deve repetir o mesmo tipo de implemento agrícola continuamente.
- A aveia preta pode ser substituída por nabo forrageiro ou consórcio aveia preta e tremoço branco.
- O girassol pode ser substituído por pousio, no sistema de preparo do solo convencional.
- No caso de adotar pousio, o controle de plantas daninhas deverá ser feito com roçadeira ou rolo faca e não pelo uso de grade. O preparo do solo, somente poderá ser feito próximo a semeadura da cultura de verão.
- O girassol pode ser destinado à produção de grãos ou para adubação verde.
- A soja, após girassol, pode ser substituída por milho, em todos os anos ou em alguns deles.
- Este sistema pode ser utilizado em sistemas de rotação de lavouras e pastagem.
- Este sistema permite semear de 50 a 75 % da lavoura com soja.

cuária Mourãoense, Campo Mourão, PR. As espécies vegetais, que compõe os diferentes sistemas de rotação de culturas, são as seguintes: soja, milho, trigo, canola, tremoço azul, nabo forrageiro, milheto, mucuna e guandu. O trabalho permite fazer as inferências a seguir descritas. Deve-se usar nabo forrageiro para anteceder o milho ou a soja. O consórcio de milheto e guandu aumenta o rendimento da soja. As seqüências culturais: tremoço/milho aveia preta ou nabo forrageiro/milho ou canola, são opções para compor sistemas de rotação com

soja. O consórcio milheto e guandu, milho, canola e nabo forrageiro são opção para compor rotação de culturas com trigo. O trigo responde à rotação de culturas e também à semeadura direta. O tremoço é a melhor espécie, para cobertura do solo para anteceder o milho. O consórcio milheto e guandu é uma opção para anteceder o milho. A canola é uma opção para anteceder o milho, especialmente se esse estiver em consórcio com guandu ou mucuna. Em sistemas com dois anos seguidos de milho, a canola é uma opção para anteceder o milho desde

que a outra cultura de inverno seja nabo forrageiro e não aveia preta. O nabo forrageiro pode substituir o tremoço para anteceder o milho. O nabo pode também anteceder a soja no lugar da aveia preta. O consórcio milheto e guandu, o milho, a canola, aveia preta e nabo forrageiro, são opções para compor sistemas de rotação com trigo. As combinações canola/milho aveia ou tremoço/milho consórcio (safrinha) milheto com guandu, melhoraram a macroporosidade e porosidade total e diminuem a densidade aparente do solo. O consórcio milheto com guandu, milho com guandu, e ação conjunta de tremoço, milho e milheto solteiro, aumentam a agregação do solo. Espécies não adubadas, como aveia preta, tremoço, mucuna e guandu, reciclam e/ou disponibilizam K no solo. Em sistemas com rotação de culturas a necessidade de calagem para suprir o solo de Ca e Mg, pode ser feito com intervalos maiores, com calcário calcítico, em relação ao monocultivo trigo/soja ou em sistemas com dois seguidos de aveia preta. Na monocultura trigo/soja ou dois anos seguidos de aveia preta, deve-se usar calcário dolomítico para repor o Ca e Mg. Para correção do solo há necessidade de menor quantidade de calcário, quando se utiliza rotação de culturas, em relação à monocultura trigo/soja, exceto nas situações em que forem usados dois anos seguidos de aveia preta. Para manter a CTC do solo deve-se utilizar rotação de culturas. A monocultura de trigo/soja contínua e a repetição de dois anos seguidos de aveia preta, por várias vezes, redundam em capacidade de troca de cátions inferiores à

10. Do ponto de vista de química de solo, não se recomenda a monocultura de trigo/soja contínua e, a repetição por várias vezes, de dois anos seguidos de aveia preta. A rotação de culturas não aumentou o C do solo. Os resultados permitem fazer recomendações, atendendo aos objetivos ou demandas ou metas, propostas pelo teste de hipóteses do subprojeto. Recomenda-se, para compor sistemas de rotação com soja e trigo, com a finalidade de cobertura vegetal do solo, em semeadura direta, as seguintes espécies: nabo forrageiro, consórcio de milheto com guandu, aveia preta e milheto. Para produção de grãos recomenda-se milho e canola. Sendo que o milho pode ser consorciado com guandu ou mucuna, somente para situações de solo degradado, em que as culturas comerciais apresentem baixo rendimento (no máximo duas vezes em sistema de rotação de cinco anos). Do exposto, recomendam-se os seguintes modelos de rotação de culturas: nabo (tremoço)/milho aveia/soja trigo/soja trigo/soja (Tabela 6.12), nabo/milho aveia/milho trigo/soja trigo/soja (Tabela 6.13) e aveia/milho canola (nabo)/soja trigo/soja trigo/soja (Tabela 6.14) e nabo/milho + guandu(mucuna) trigo/soja aveia/milho + guandu (mucuna) trigo/soja trigo/soja (Tabela 6.15). Os resultados levam também a sugerir as seguintes ações e linhas de pesquisa. 1) O desenvolvimento de validação dos modelos de rotação de culturas recomendados, ao nível de propriedade. 2) Estudo de avaliação da qualidade, dinâmica e interação com a vida microbiana, do material orgânico das espécies vegetais, que cultivados, pro-

TABELA 6.12. Sistema de quatro anos de rotação de culturas em semeadura direta, preparo convencional e mínimo, para lavoura com cerca de 75% de soja, para todo o Estado do Paraná.

Talhão Nº	1º ano		2º ano		3º ano		4º ano		5º ano		6º ano		7º ano	
	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V
1	NB/ML		AV/SJ		TR/SJ		TR/SJ ⁺							
2	(TR/SJ)		NB/ML		AV/SJ		TR/SJ		TR/SJ ⁺					
3	(TR/SJ)		(TR/SJ)		NB/ML		AV/SJ		TR/SJ		TR/SJ ⁺			
4	(AV/SJ)		(TR/SJ)		(TR/SJ)		NB/ML		AV/SJ		TR/SJ		TR/SJ ⁺	

I = Inverno; V = Verão; AV = Aveia preta; ML = Milho precoce ou super precoce; NB = Nabo forrageiro; SJ = Soja e TR = Trigo.

⁺ Fim de um ciclo de rotação. No talhão n° 1, no quinto ano, o sistema poderá continuar da mesma forma como foi iniciado no primeiro ano, ou ser substituído por outro sistema, por razão técnica ou econômica. Para os demais talhões, após o término do sistema, poderá ter continuidade da mesma forma que o indicado para o talhão n° 1.

Observações:

- O preparo (convencional) do solo, este deve ser alternado: escarificação, aração e gradagem pesada, isto é, não deve repetir o mesmo tipo de implemento agrícola continuamente.
- O nabo forrageiro pode ser substituído por tremoço branco (Norte), tremoço azul (Centro-Oeste), ervilhaca, consórcio nabo forrageiro + ervilhaca ou aveia branca + ervilhaca (Centro-Sul)
- A soja após aveia pode ser substituída por milho ou girassol (Norte).
- Este sistema permite semear cerca de 50 a 75% da lavoura com soja.

TABELA 6.13. Sistema de quatro anos de rotação de culturas em semeadura direta, preparo convencional e mínimo, para lavoura com cerca de 50% de soja. Regiões norte e Centro-Oeste do Paraná.

Talhão Nº	1º ano		2º ano		3º ano		4º ano		5º ano		6º ano		7º ano	
	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V
1	NB/ML		AV/ML		TR/SJ		TR/SJ ⁺							
2	(TR/SJ)		NB/ML		AV/ML		TR/SJ		TR/SJ ⁺					
3	(TR/SJ)		(TR/SJ)		NB/ML		AV/ML		TR/SJ		TR/SJ ⁺			
4	(AV/ML)		(TR/SJ)		(TR/SJ)		NB/ML		AV/ML		TR/SJ		TR/SJ ⁺	

I = Inverno; V = Verão; AV = Aveia preta; ML = Milho; NB = Nabo forrageiro; SJ = Soja e TR = Trigo.

⁺ Fim de um ciclo de rotação. No talhão n° 1, no quinto ano, o sistema poderá continuar da mesma forma como foi iniciado no primeiro ano, ou ser substituído por outro sistema, por razão técnica ou econômica. Para os demais talhões, após o término do sistema, poderá ter continuidade da mesma forma que o indicado para o talhão n° 1.

Observações:

- O preparo (convencional) do solo, este deve ser alternado: escarificação, aração e gradagem pesada, isto é, não deve repetir o mesmo tipo de implemento agrícola continuamente.
- Este sistema é especialmente indicado para áreas infestadas com cancro da haste. Neste caso usar também cultivar de soja tolerante à moléstia.

TABELA 6.14. Sistema de quatro anos de rotação de culturas em semeadura direta, preparo convencional e mínimo, para lavoura com cerca de 75% de soja. Regiões Norte e Centro-Oeste do Paraná.

Talhão Nº	1º ano		2º ano		3º ano		4º ano		5º ano		6º ano		7º ano	
	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V
1	AV/ML		CN/SJ		M + G/SJ		TR/SJ =							
2	(TR/SJ)		AV/ML		CN/SJ		M + G/SJ		TR/SJ =					
3	(M + G/SJ		(TR/SJ)		AV/ML		CN/SJ		M + G/SJ		TR/SJ =			
4	(CN/SJ)		(M + G/SJ)		(TR/SJ)		AV/ML		CN/SJ		M + G/SJ		TR/SJ =	

I = Inverno; V = Verão; AV = Aveia preta; CN = Canola; ML = Milho; M + G = Consórcio milheto e guandu; SJ = Soja e TR = Trigo.

+ Fim de um ciclo de rotação. No talhão n° 1, no quinto ano, o sistema poderá continuar da mesma forma como foi iniciado no primeiro ano, ou ser substituído por outro sistema, por razão técnica ou econômica. Para os demais talhões, após o término do sistema, poderá ter continuidade da mesma forma que o indicado para o talhão n° 1.

Observações:

- O preparo (convencional) do solo, este deve ser alternado: escarificação, aração e gradagem pesada, isto é, não deve repetir o mesmo tipo de implemento agrícola continuamente.
- Este sistema é especialmente indicado para áreas infestadas com cancro da haste. Neste caso usar também cultivar de soja tolerante à moléstia.

movem a melhoria das propriedades físicas do solo e nutrição das plantas. 3) Estudo da contribuição da reciclagem de nutrientes, pela ação do material orgânico adicionado ao solo, em ensaios de níveis de calagem e adubação. 4) Estudar a periodicidade da calagem, em semeadura direta, para reposição de Ca e Mg e na correção de solos, em ensaios de longa duração, com rotação de culturas, monocultura de trigo/soja e monocultura de aveia/soja. 5) Conceituar o uso da saturação de bases, para correção do solo, em sistemas com rotação de culturas, em semeadura direta. 6) Estudar o Mg, como forma de disponibilizar o P, em ensaios de longa duração de rotação de culturas.

6.9 Rotação de Culturas com a Soja para a Recuperação Biológica de Latossolos Brunos Álicos, no Planalto Paranaense de Guarapuava (04.0.94.326-12)

Celso de Almeida Gaudencio, Celso Wobeto¹,
Maria Cristina Neves de Oliveira e
Pedro Reichert¹

Latossolos brunos álicos, textura argilosa, clima Cfb, no Planalto Paranaense de Guarapuava, ocupados por vários anos seguidos com monocultura de soja e o uso freqüente de operações mecanizadas, têm apresentado alterações, como desagregação física e diminuição da capacidade produtiva. O objetivo da pesquisa foi compor sistemas de rotação de cultu-

¹ FAPA - Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária.

TABELA 6.15. Sistema de cinco anos de rotação de culturas em semeadura direta, preparo convencional e mínimo, para lavouras com cerca de 60% de soja. Região Norte e Centro-Oeste do Paraná.

Talhão Nº	1º ano		2º ano		3º ano		4º ano		5º ano		6º ano		7º ano		8º ano		9º ano	
	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V
1	NB/ML + GD		TR/SJ		AV/ML + GD		TR/SJ		TR/SJ ⁺									
2	(TR/SJ)		NB/ML + GD		TR/SJ		AV/ML + GD		TR/SJ		TR/SJ ⁺							
3	(TR/SJ)		(TR/SJ)		NB/ML + GD		TR/SJ		AV/ML + GD		TR/SJ		TR/SJ ⁺					
4	(AV/ML + GD)		(TR/SJ)		(TR/SJ)		NB/ML + GD		TR/SJ		AV/ML + GD		TR/SJ		TR/SJ ⁺			
5	TR/SJ		(AV/ML + GD)		(TR/SJ)		(TR/SJ)		NB/ML + GD		TR/SJ		AV/ML + GD		TR/SJ		TR/SJ ⁺	

I = Inverno; V = Verão; AV = Aveia preta; ML + GD = milho (precoce) consorciado com Guandu; NB = Nabo forrageiro; SJ = Soja e TR = Trigo.

⁺ Fim de um ciclo de rotação. No talhão n° 1, no quinto ano, o sistema poderá continuar da mesma forma como foi iniciado no primeiro ano, ou ser substituído por outro sistema, por razão técnica ou econômica. Para os demais talhões, após o término do sistema, poderá ter continuidade da mesma forma que o indicado para o talhão n° 1.

Observações:

- O preparo (convencional) do solo, este deve ser alternado: escarificação, aração e gradagem pesada, isto é, não deve repetir o mesmo tipo de implemento agrícola continuamente.
- Este sistema somente é recomendado para solos degradados e que as culturas comerciais apresentem baixos rendimentos.
- O milho + guandu pode ser substituído por soja após aveia em todos os anos ou em alguns deles, por razão de ordem econômica.
- O guandu pode ser substituído por mucuna, lab-lab ou crotalária.
- O guandu deve ser semeado 25 a 35 dias após a semeadura do milho.
- O nabo forrageiro pode ser substituído por tremoço branco (Norte), tremoço azul (Centro-Oeste).
- Este sistema permite semear cerca de 60% a 80% da lavoura com soja.

ras, usando espécies para cobertura vegetal, como agentes biológicos, para recuperação do solo, nos aspectos físicos e químicos, aumentar o rendimento das culturas de grãos e a eficiência da prática de semeadura direta. A pesquisa foi conduzida com a cooperação técnica da Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA), em Guarapuava, PR. O ensaio foi constituído por três experimentos, em cada ano, iniciados em 1987, 1988 e 1989, isto é, em três anos sucessivos, para se ter o efeito do ano. Os tratamentos foram formados por 12 combinações de rotação de culturas, comuns a todos os experimentos. As espécies vegetais, que compõem as diferentes rotações de culturas foram as seguintes: soja, cevada, milho, trigo, aveia branca, mucuna preta, guandu, ervilhaca e o consórcio milho e guandu. Conclui-se que a soja não é influenciada pelas rotação de culturas. Diante do bom desempenho da soja em sistemas com gramíneas, o trigo adubado pode ser substituído por cevada ou aveia branca (adubados) ou ervilhaca sem adubação. Podem ser utilizados, no verão, milho para grão, ou guandu, ou mucuna, como espécies de cobertura do solo, em sistemas de rotação com soja. O rendimento da soja em monocultura, não é influenciado pela semeadura direta, quando antecédida todos os anos por trigo. Há aumento no rendimento do trigo, pela influência da rotação de culturas de inverno e verão. Há, portanto, decréscimo do rendimento, quando o trigo é cultivado em monocultura contínua com soja. O efeito da rotação sobre o trigo é maior quando no

verão o trigo é precedido por guandu solteiro, ou mucuna solteira, ou soja, ou milho em consórcio com guandu, em relação a milho solteiro. O trigo, em monocultura, rende mais na semeadura direta contínua (inverno e verão), do que no sistema alternado de preparo mínimo do solo e semeadura direta, no inverno. A cevada apresenta bom comportamento, quando precedida no verão por guandu ou mucuna ou soja, em rotação de inverno com trigo. Sistemas com guandu, ou mucuna, ou ervilhaca/milho, ou consórcio de milho e guandu, contribuem para aumentar o rendimento de grão da aveia branca, mesmo quando é antecédida por milho. A ervilhaca precedendo o milho aumenta o seu rendimento. A economia de nitrogênio é superior a 50 kg/ha, quando o milho é antecedido por ervilhaca, ao invés de usar aveia branca para cobertura vegetal do solo. O milho adubado com 100 kg/ha de N apresenta bom comportamento, quando precedido por aveia branca rolada para cobertura vegetal do solo, mas com rendimento inferior ao milho adubado com 50 kg/ha de N e antecedido por ervilhaca. Há incremento nos agregados estáveis em água, pela ação de sistemas que contenham: consórcio do milho e guandu ou guandu solteiro ou ervilhaca(inverno)/milho(verão) ou mucuna solteira. Os elementos químicos se mantêm uniformes, no solo, cultivado por diferentes rotação de culturas, sob condições de calagem e adubação adequadas. Os resultados permitem fazer recomendação, atendendo aos objetivos, ou demandas, ou metas propostas pelo teste de hipóteses do subprojeto. Recomen-

da-se a sequência cultural ervilhaca(vicia)/milho trigo/soja cevada/soja ervilha/milho aveia grão (ou cobertura vegetal do solo)/soja cevada (ou trigo)/soja (Tabela 6.16). Em áreas degradadas fisicamente, recomenda-se utilizar ervilhaca/milho ou guandu ou mucuna. Para se otimizar o rendimento de trigo e da cevada, recomenda-se utilizar como cultura antecessora guandu ou mucuna, sendo que para cevada deve predominar o uso de gramíneas nesses sistemas. Os resultados levam a sugerir as seguintes ações e linhas de pesquisa: 1) O desenvolvimento de validação do modelo de rotação culturas recomendado, ao nível de propriedade. 2) Estudo de avaliação da qualidade, dinâmica e interação com a vida microbiana, do material orgânico das espécies vegetais, que cultivados, promovem a melhoria das propriedades físicas do solo. 3) Estudo da contribuição da reciclagem de nutrientes, pela ação do material orgânico adicionado ao solo, em ensaios de diferentes níveis de calagem e adubação. 4) Estudo do manejo de restos culturais e de espécies de cobertura vegetal do solo, para avaliar a contribuição no nitrogênio e fósforo orgânico, em sistemas de rotação de culturas com soja. 5) Estudo de cultivares de soja, que respondam mais a sistemas com menor uso de gramíneas, como cultura antecessora. 6) Programar ensaios e teste de validação de longa duração, com sistemas de rotação de culturas.

6.10 Rotação de Culturas com a Soja, para a Recuperação Biológica de Latossolos Roxos Eutróficos, no Norte do Paraná (04.0.94.326-13)

Celso de Almeida Gaudencio,
Yeshwant R. Metha¹,
Maria Cristina de Oliveira, Odilon Ferreira Saraiva
e Áureo Francico Lantmann

Latossolos roxos eutróficos, textura argilosa de baixa atividade, em clima Cfa, de inverno moderadamente seco, no Norte do Paraná, ocupados por vários anos seguidos com monocultura de soja, têm apresentado desagregação e decréscimo da capacidade produtiva. Essas condições, de solos degradados e compactados, têm inviabilizado a semeadura direta e, portanto, um controle mais efetivo da erosão. O objetivo da pesquisa é compor sistemas de rotação de culturas, utilizando gramínea e crucífera de inverno, como espécies vegetais para cobertura vegetal, para recuperar biologicamente o solo nos seus atributos físicos e químicos, maximizar o rendimento da soja e de outros produtos agrícolas e avaliar a ocorrência de doenças na cultura do trigo, em especial as podridões do sistema radicular e *Pyrenophora tritici repentis*, na parte aérea. O ensaio foi realizado na sede do Centro Nacional de Pesquisa de Soja, em Londrina, PR. O ensaio foi constituído por três experimentos, sendo um iniciado em 1984, outro em 1985 e o terceiro em 1986. As espécies vegetais que compõem os diferentes sistemas de rotação de culturas são: soja, milho, tri-

¹ IAPAR.

TABELA 6.16. Sistema de seis anos de rotação de culturas em semeadura direta, preparo convencional e mínimo do solo, para lavouras com cerca de 65% de soja. Planalto Paranaense de Guarapuava.

Talhão nº	1º ano		2º ano		3º ano		4º ano		5º ano		6º ano		7º ano		8º ano		9º ano		10º ano		11º ano	
	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V
1	ER/ML		TR/SJ		CV/SJ		AV/ML		TR/SJ		CV/SJ ⁺											
2	(CV/SJ)		ER/ML		TR/SJ		CV/SJ		AV/ML		TR/SJ		CV/SJ ⁺									
3	(TR/SJ)		(CV/SJ)		ER/ML		TR/SJ		CV/SJ		AV/ML		TR/SJ		CV/SJ ⁺							
4	(AV/ML)		(TR/SJ)		(CV/SJ)		ER/ML		TR/SJ		CV/SJ		AV/ML		TR/SJ		CV/SJ ⁺					
5	(CV/SJ)		(AV/ML)		(TR/SJ)		(CV/SJ)		ER/ML		TR/SJ		CV/SJ		AV/ML		TR/SJ		CV/SJ ⁺			
6	(TR/SJ)		(CV/SJ)		(AV/ML)		(TR/SJ)		(CV/SJ)		ER/ML		TR/SJ		CV/SJ		AV/ML		TR/SJ		CV/SJ ⁺	

I = Inverno; V = Verão; AV = Aveia branca ou preta; ER = Ervilhaca; ML = Milho; SJ = Soja e TR = Trigo.

⁺ Fim de um ciclo de rotação. No talhão n° 1, no sétimo ano, o sistema poderá continuar da mesma forma como foi iniciado no primeiro ano, ou ser substituído por outro sistema, por razão técnica ou econômica. Para os demais talhões, após o término do sistema poderá ter continuidade da mesma forma que o indicado para o talhão n° 1.

Observações:

- Este sistema também pode ser usado em semeadura direta ou num sistema alternado: semeadura direta no verão e preparo mínimo do solo no inverno.
- A ervilhaca pode ser substituída por nabo forrageiro, consórcio nabo forrageiro + ervilhaca ou aveia branca + ervilhaca.
- A aveia branca pode ser para produção de grãos ou para cobertura do solo.
- O milho após aveia pode ser substituído por soja ou girassol em todos os anos, ou em alguns deles.
- O segundo trigo do sistema pode ser substituído por aveia branca para grãos.
- No sistema de semeadura direta é preferível usar aveia preta em lugar de aveia branca. Nesse caso, o milho não deve ser substituído por soja ou girassol.
- Esse sistema permite semear cerca de 65 a 85% da lavoura com soja.

go, aveia preta, nabo forrageiro (tremoço nos dois primeiros ciclos da rotação). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, oito sistemas de rotação de culturas, comuns aos três experimentos iniciados por três anos sucessivos, para se ter o efeito do ano. O sistema de implantação, do primeiro ao terceiro ciclos da rotação de culturas, é o de semeadura direta e no oitavo cultivo, de cada ciclo da rotação de quatro anos, é feito preparo mínimo (escarificador cruzador), com a finalidade de descompactar o solo.

No quarto ciclo o sistema utilizado é o de semeadura direta contínua. Nessas condições, as informações obtidas permitem concluir: 1) aveia preta para cobertura vegetal do solo e a seqüência nabo forrageiro ou tremoço branco (para cobertura do solo)/milho apresentam influência acumulativa no aumento do rendimento da soja. 2) As seqüências nabo(tremoço) /milho ou aveia/soja como culturas antecessoras aumentam o rendimento do trigo. 3) As seqüências nabo(tremoço)/milho e aveia/soja aumentam o rendimento do trigo na segunda fase da rotação de culturas. 4) As seqüências nabo(tremoço)/milho- aveia/soja-trigo e nabo(tremoço) /milho trigo/soja trigo aumentam o rendimento do trigo na terceira fase da rotação de culturas. 5) As seqüências: a) nabo(tremoço)/milho aveia/soja trigo/soja trigo, b)aveia/soja aveia/soja aveia/soja trigo, c) nabo(tremoço)/milho trigo/soja nabo (tremoço)/milho trigo e d) aveia/soja trigo/soja aveia/soja trigo, aumentam o rendimento do trigo.6) Um ano sem trigo,

substituído por nabo forrageiro ou tremoço branco ou aveia preta, aumenta o rendimento do trigo. 7) A resposta do trigo à rotação curtas deve-se à não adubação das espécies para cobertura vegetal do solo. 8) Há diminuição da podridão radicular do trigo cultivado nos sistemas de rotação de culturas: a) tremoço/milho aveia/soja trigo/soja trigo e b)tremoço/milho tremoço/milho aveia/soja trigo. 9) Deve-se descompactar o solo, por métodos mecânicos no início do segundo e do terceiro ciclo das rotações de culturas de quatro anos, conduzidos sob a prática de semeadura direta. 10) O uso do rolo-faca no manejo da aveia preta, produz adensamento do solo, quando utilizado com freqüência, mas isso não ocorre quando se utiliza a seqüência nabo forrageiro (rolado)/milho em sistema sem aveia preta. 11) Há maior resistência do solo cultivado em monocultura trigo/soja, no terceiro ciclo, em relação ao solo cultivado com rotação de culturas, pelo o efeito da aveia preta ou da sucessão nabo/milho. 12) Todas rotações de culturas aumentaram a agregação do solo, pelo efeito da aveia preta ou da seqüência nabo/milho, no terceiro e quarto ciclo da rotação de culturas. Sendo que, nessas situações, o solo apresenta maior agregação na combinação nabo/milho trigo/soja nabo/milho trigo/soja no terceiro ciclo e, nabo/milho aveia/soja trigo/soja trigo/soja e nabo/milho nabo milho aveia/soja trigo/soja no quarto ciclo. 13) Em sistemas de quatro anos, em Latossolos roxos eutróficos, de textura argilosa, há necessidade de descompactar o solo por métodos mecânicos no início do segun-

do e do terceiro ciclo das rotações, cultivados em semeadura direta. As informações obtidas no subprojeto, permitem recomendar para compor sistemas com soja e trigo, no Planalto Meridional Brasileiro, situado no Norte do Paraná: 1) O uso para cobertura vegetal do solo de tremoço ou nabo forrageiro para anteceder o milho, e da aveia preta para anteceder preferencialmente a soja. 2) A sequência cultural: nabo(tremoço)/milho-aveia/soja- trigo/soja- trigo/soja, sendo que o trigo pode ser substituído: a) no verão/outono, após milho precoce, por girassol ou outra gramínea (para grãos ou cobertura vegetal) e b) no outono/inverno: por canola. Nesse caso, usar o modelo de rotação culturas a seguir: aveia/milho (precoce) girassol ou canola ou gramínea (para grãos ou cobertura do solo)/soja aveia/soja precoce gramínea para grão/soja. Há necessidade de condução de ensaio de longa duração, para estudar a necessidade de adubar as espécies para cobertura vegetal do solo, em sistemas de rotação de culturas para grãos de verão/outono e outono/inverno e avaliar sua contribuição para a cultura de soja.



6.11 Avaliação de Doenças de Soja e suas Relações com as Propriedades Microbiológicas, Físicas e Químicas do Solo, em Diferentes Sequências de Culturas (04.0.94.326-17)

Álvaro M. R. Almeida, Léo P. Ferreira,
Celso A. Gaudêncio, Rubens J. Campo,
Eleno Torres, Ademir A. Henning,
Alexandre J. Cattelan, Áureo Lantmann,

Wagner Bettiol¹, Joaquim M. Costa² e
Ademir Simionato³

Enfermidades de plantas são normalmente controladas através do uso de cultivares resistentes. No entanto, há casos onde nenhuma resistência genética é conhecida, o que acaba exigindo estratégias adicionais de controle como práticas culturais e controle químico.

A redução ou eliminação do inóculo primário e, conseqüentemente, redução da infecção inicial pode ser uma forma de reduzir a severidade da doença. Para isso, efetua-se o enterro dos restos de cultura através de aração. No entanto, a área com semeadura direta, prática eficaz na proteção do solo, tem apresentado aumento significativo, no Brasil. Essa prática não incorpora ao solo os restos de cultura, o que pode favorecer a sobrevivência dos patógenos e a ocorrência das doenças. Uma solução tem sido o uso da rotação de culturas.

O presente estudo procurou avaliar o efeito da interação de sistemas de semeadura, espécies vegetais utilizadas na rotação e na sucessão, propriedades físicas e químicas do solo, população microbiana e condições climáticas, na incidência de doenças radiculares e foliares de soja, a fim de estabelecer possíveis medidas de controle adequadas aos produtores que utilizam, principalmente, o sistema de semeadura direta.

¹ Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente.

² Eng. Agr. COAMO.

³ Tec. Agr. COAMO.

Os estudos foram conduzidos dentro de experimentos instalados em Campo Mourão e Londrina cujos sistemas de rotação e preparo do solo estão com 8 e 16 anos respectivamente, e descritos nas Tabelas 6.17 e 6.18.

Inicialmente, procurou-se avaliar a incidência de patógenos em raízes de soja, nos diversos tratamentos, em Cam-

po Mourão. Em 1997/98, avaliaram-se, em diferentes datas, raízes de soja cv. BR 48. Dez plantas foram retiradas ao acaso, dentro de cada parcela e após lavagem do sistema radicular, retiraram-se dez fragmentos, os quais após esterilizados, foram plaqueados em meio de batata-dextrose-agar, com 0,01% de estreptomicina. No ano de 1997/98 utilizou-se a cultivar Embrapa 48. As avaliações comparativas foram feitas aos 28, 67 e 101 dias após semeadura. As maiores incidências foram de *M. phaseolina* e

TABELA 6.17. Esquema de rotação de culturas, em sistema de semeadura direta, utilizado em Campo Mourão, PR.

Tratamento	1996	1997	1998	1999	2000
4	TR d-SJ d	TM d-ML c	AV d-SJ d	TR d-SJ d	TR d-SJ d
6	TR d-SJ d	TM d-ML c	MT d-Sj d	TR d-SJ d	TR d-SJ d
9	TR d-Sj d	CN d-SJ c	NB d-SJ d	TR d-SJ d	TR d-SJ d
11	TR d-Sj d	TR d-SJ d	TR d-SJ d	TR d-SJ d	TR d-SJ d

CN = canola; ML = milho; NB = nabo forrageiro; SJ = soja; TM = tremoço; TR = trigo.

d = semeadura direta; c = semeadura convencional

TABELA 6.18. Esquema de rotação/sucessão utilizado em Londrina, nos sistemas de semeadura direta e convencional.

Tratamento	1997	1998	1999	2000
Ad, S	TR, SJ	TR, SJ	TR, SJ	TR, SJ
Ad, R	TM, ML	AV, SJ	TR, SJ	TR, SJ
SD, S	TR, SJ	TR, SJ	TR, SJ	TR, SJ
SD, R	TM, ML	AV, SJ	TR, SJ	TR, SJ

AV = aveia; ML = milho; SJ = soja; TM = tremoço; TR = trigo;

1997: soja cv. Embrapa 58; 1998: soja cv. Embrapa 48; 1999: soja cv. Embrapa 48

Ad, S = semeadura convencional, com sucessão; Ad, R = semeadura convencional com rotação; SD, S = semeadura direta, com sucessão; SD, R = semeadura direta, com rotação.

Fusarium sp.. Nos tratamentos 4 e 6 as plantas apresentaram menor incidência de raízes infectadas com *Fusarium* sp.. No caso de *M. phaseolina*, apenas o tratamento 11 apresentou menor incidência desse patógeno nas raízes (Fig. 6.10).

Em 1998/99 utilizou-se a cv. Embrapa 48. As avaliações foram feitas aos 25 e 125 dias após a semeadura. Nesse ano, devido à ausência de sistema convencional, procurou-se incluí-lo, utilizando aveia e trigo, ambas em sucessão à soja. No caso de *Fusarium* sp. não se detectou diferenças significativas, entre os tratamentos. No entanto, no caso de *M. phaseolina*, os sistemas convencionais apresentaram maior % de raízes infectadas com este fungo do que os outros tratamentos (Fig. 6.11).

Com relação às doenças foliares, notadamente mancha parda (*Septoria glycines*) e crestamento foliar (*Cercospora kikuchii*) observou-se baixa incidência (<10% de severidade média) nos três anos, em Campo Mourão.

Em Londrina, no entanto, a infecção por essas duas doenças foi sempre observada e em níveis superiores àqueles observados no experimento de Campo Mourão. A severidade foi determinada baseando-se na porcentagem de área foliar lesionada, em folhas coletadas na base, no meio e no topo da planta. Avaliou-se cinco plantas por parcela, totalizando 15 leituras. A média dessas leituras constituiu a severidade média do tratamento.

Em 1997/98 o progresso da doença foi mais rápido em plantas coletadas no sistema convencional do que no sistema de semeadura direta. Análise de variância permitiu observar diferenças significativas ($P < 0,05\%$) de severidade média, por época de avaliação, bem como entre os dois sistemas de semeadura (Tabela 6.19).

Em 1999, constatou-se que nas parcelas onde havia se semeado milho, no ano anterior, o desenvolvimento da doença foi menor, principalmente na seme-

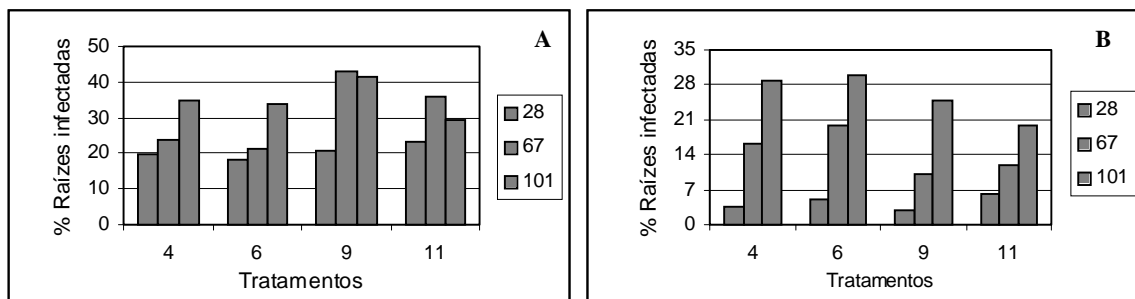


FIG. 6.10. Porcentagem de raízes de soja cv. Embrapa 37 infectadas por *Fusarium* sp. (A) e *Macrophomina phaseolina* (C) aos 28, 67 e 101 dias após a semeadura. Os tratamentos 4, 6, 9 e 11 correspondem a sequências de rotação, descritos na tabela 1. Campo Mourão, 1997/98.

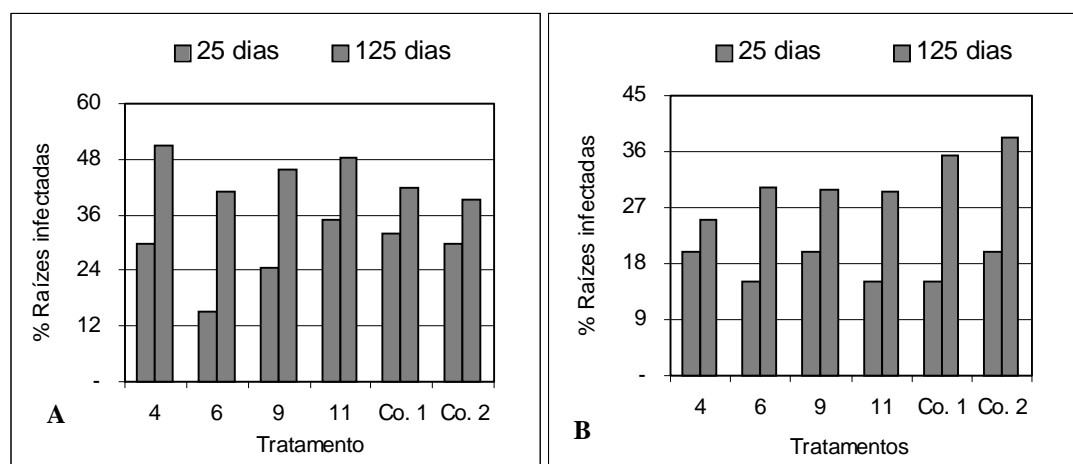


FIG. 6.11. Incidência de *Fusarium* sp. (A) e *Macrophomina phaseolina* (B) em raízes de soja, cv. Embrapa 48. Co.1 e Co2 significam sistema convencional com trigo e aveia, em sucessão, respectivamente. Os tratamentos 4, 6, 9 e 11 correspondem a sequências de rotação, descritos na tabela 1. Os tratamentos Co 1 e Co 2 são sistemas de semeadura convencional, com trigo e aveia, respectivamente, no inverno. Campo Mourão, 1998/99.

TABELA 6.19. Severidade de mancha parda da soja cv. Embrapa 48, em sistema de semeadura convencional (Ad) ou direta (Pd) com sucessão (S) de trigo, avaliada em diferentes dias após a semeadura. Londrina, 1997/98.

Tratamento	64 dias	72 dias	79 dias	98 dias	112 dias	Média
AdS	5.33a	9.63a	13.94a	18.95a	21.71a	13.92A
PdS	3.58a	7.86a	11.23a	15.41a	20.68a	11.75B
Média	4.45D	8.74CD	12.58BC	17.18 AB	21.22A	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas e maiúsculas, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

adura convencional. A análise de variância determinou diferenças significativas entre os tratamentos, após a segunda avaliação, mostrando inclusive que no início da epidemia deste patógeno, a rotação de cultura, com milho, induziu menor velocidade de infecção (Tabela 6.20). Esse fato, no entanto, desapareceu 73

dias após a semeadura. A comparação de médias finais entre os quatro tratamentos mostrou que a semeadura direta, apresentou menores níveis de severidade média do que a semeadura convencional (6,1% e 8%, respectivamente).

Os valores dos coeficientes de variação obtidos nos dois anos de estudo

TABELA 6.20. Severidade de mancha parda da soja cv. BR 37 em sistema de semeadura convencional (Ad) ou direta (Pd) com sucessão (S) de trigo ou rotação (R), com milho, avaliada em diferentes dias após a semeadura. Londrina, 1998/99.

Semeadura	58 dias	66 dias	73 dias	109 dias	Média
Convencional, sucessão	2.93a*	5.33a	6.43a	19.25a	8.15a
Convencional, rotação	2.63a	3.79a b	5.50a b	17.65a	7.62a
Direta, sucessão	1.60a	3.80a b	5.05a b	15.40 b	6.22 b
Direta, rotação	1.66a	2.66 b	4.08 b	15.00 b	6.08 b
Média	2.09D	3.89 C	5.26B	16.82 A	

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas e maiúsculas, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

(25% e 26%) apenas confirmaram um fato conhecido, como a grande variabilidade de infecção entre folhas da mesma posição, na planta e entre folhas de diferentes posições. Na impossibilidade de se aumentar o número de repetições, e para se confirmar o efeito dos tratamentos, utilizou-se o método denominado de área abaixo da curva de progresso de doença. Os resultados obtidos confirmaram os resultados das análises de variância para os dois anos do estudo

(Tabela 6.21), demonstrando o efeito da semeadura direta e a rotação com milho na severidade das doenças de final de ciclo (mancha parda e crestamento foliar). Os dados são referentes a apenas um ano de rotação com milho, o que justifica estudo mais detalhado quanto à rotação com milho por mais de um ano.

Um outro estudo conduzido neste subprojeto foi a avaliação da sobrevivência de patógenos de soja, durante a entre-safra de 1998 e 1999. Fragmentos

TABELA 6.21. Área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD), observada na cv. Embrapa 48, no ano de 1997/98 e na cv. BR 37, no ano de 1998/99, para a doença mancha parda. Londrina, PR.

Semeadura	Ano	AACPD
Convencional, sucessão	1997	350,00A*
Direta, sucessão		307,84B
Convencional, sucessão	1998	496,60A
Convencional, rotação		470,67AB
Direta, sucessão		411,95BC
Direta, rotação		381,02C

* Em cada ano, médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidades pelo teste de Tukey.

de soja, recolhidos após a colheita foram separados em vagens, hastes e raízes. Cinquenta gramas de cada foram colocados em sacos de tela de náilon, malha de 4 mm² os quais foram posicionados sobre o solo e enterrados a 10 cm de profundidade, simulando condições de semeadura direta e convencional. Mensalmente, os sacos foram desenterrados e retirada amostras, as quais após lavadas foram cortadas e plaqueadas em meio de cultura acrescido de estreptomomicina (0,01%) e cloranfenicol (0,005%). Os patógenos isolados em maior frequência foram: *Colletotrichum truncatum*, *Phomopsis sojae*, *Cercospora kikuchii*, *Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina*, e *Rhizoctonia solani*, responsáveis por 70% dos isolamentos feitos. Outros fungos isolados foram *Myrothecium roridum*, *Penicillium* sp., *Chaetomium* sp., *Epicoccum* sp., *Corynespora cassiicola* e *Trichoderma* sp. Para efeito de análise de variância considerou-se apenas a primeira e última avaliação de cada ano (Tabela 6.22).

Em 1998 a frequência observada imediatamente após a colheita foi ligeiramente maior do que em 1999. As análises de variâncias mostraram que a sobrevivência de *C. truncatum*, *P. sojae* e *C. kikuchii* entre a primeira e última avaliação foram reduzidas tanto pelo enterro dos restos de cultura como pela disposição sobre o solo, nos dois anos (Tabela 6.22). Entretanto, a sobrevivência foi mais afetada pelo enterro dos restos de cultura.

Avaliações estão sendo feitas para se comprovar o efeito da umidade sobre a degradação de restos de cultura (assunto abordado em outro subprojeto da Embrapa Soja) e sobre a ação de organismos antagonísticos aos patógenos isolados.

Os resultados mostram que a sobrevivência está também associada ao tipo de tecido vegetal. A frequência de isolamento de *C. truncatum* foi maior em vagens do que em hastes. Por outro lado, *Phomopsis* sp. foi mais presente em hastes do que vagens. *C. kikuchii* foi isolado apenas de vagens. Todos os tres fungos mostraram diminuição de sobrevivência. No entanto essa diminuição foi maior quando os resíduos foram enterrados. *C. kikuchii* foi isolado sempre em baixa frequência, provavelmente pela seu crescimento lento.

A população microbiana analisada em amostras de solo dos diferentes tratamentos de Campo Mourão, a 10 cm de profundidade não mostrou diferenças entre os tratamentos (Fig. 6.12). No entanto, sempre houve maior atividade durante o período de cultivo da soja, do que na entre-safra. Das mesmas amostras de solo foram retiradas sub-amostras enviadas para análise na Embrapa Meio Ambiente da população de *Pseudomonas* sp. e *Bacillus subtilis* (Fig. 6.13). Não se detectaram diferenças entre os tratamentos.

TABELA 6.22. Sobrevivência de patógenos, observada em restos de cultura mantidos sobre ou sob o solo. Avaliações feitas em março e setembro, de 1998 e 1999. Valores em porcentagem baseados na frequência de fragmentos infectados com cada um dos patógenos. Londrina, PR.

Resíduos	Data	Posição	1**	2	3	4	5	6
..... 1998								
Vagem	17/03	Sobre	16.2a	13.3a	2.5a	7.5a	12.4a	0.0ns
	26/09	Sobre	7.1b	5.3b	0.0b	2.2c	8.1b	0.0
	26/09	Sob	4.8c	11.8a	0.0b	4.2b	5.0b	0.0
Haste	17/03	Sobre	13.6a	11.1a	0.0ns	4.7a	19.4a	0.0ns
	26/09	Sobre	8.0b	8.9b	0.0	3.3b	8.1b	0.0
	26/09	Sob	4.7c	12.7a	0.0	7.4a	6.5c	1.1
Raíz	17/03	Sobre	0.2a	9.7a	0.0ns	52.1b	6.7a	0.0ns
	26/09	Sobre	0.0a	5.5b	0.0	51.3b	3.8b	0.6
	26/09	Sob	0.0a	8.1a	0.0	58.0a	2.7b	0.0
..... 1999								
Vagem	27/03	Sobre	12.6a	10.5a	2.0a	6.0b	8.7a	0.0ns
	27/09	Sobre	5.3b	8.2a	0.0b	6.8b	5.3b	0.0
	27/09	Sob	2.7c	9.2a	0.0b	11.5a	4.7c	0.0
Haste	27/03	Sobre	9.8a	4.1b	0.0ns	4.0b	14.5a	0.0ns
	27/09	Sobre	6.5b	4.7b	0.0	5.1b	9.1b	0.0
	27/09	Sob	4.4c	9.3a	0.0	8.2a	5.6c	0.0
Raíz	27/03	Sobre	0.0ns	9.3b	0.0ns	37.7b	6.7a	0.0ns
	27/09	Sobre	0.0	8.8b	0.0	47.5a	3.5b	0.0
	27/09	Sob	0.0	12.2a	0.0	46.6a	3.7b	0.0

* Porcentagem média baseada no número total de fragmentos analisados em cada tipo de resíduo. Em cada ano, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidades pelo teste de Tukey.

** 1 = *Colletotrichum truncatum*; 2 = *Fusarium sp.*; 3 = *Cercospora kikuchii*; 4 = *Macrophomina phaseolina*; 5 = *Phomopsis sp.*; 6 = *Rhizoctonia solani*.

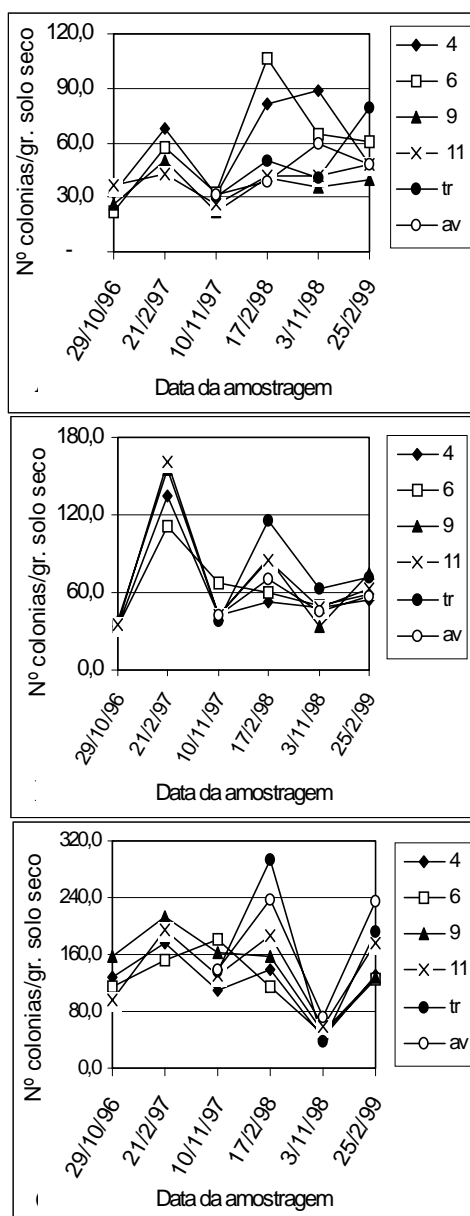


FIG. 6.12. População microbiana de fungos (A), bactérias (B) e actinomicetos (C), em amostras de solo retiradas entre 0-10 cm de profundidade em diferentes tratamentos. Os tratamentos 4, 6, 9, 11 referem-se a esquemas de rotações descritos na tabela 1. Tr e av significam trigo e aveia, utilizados em sucessão, no sistema de semeadura convencional de soja. Campo Mourão, 1998/99.

7

BIOLOGIA E MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS DA CULTURA DA SOJA**Nº do Projeto:** 04.0.94.324**Líder:** Dionísio Luiz Pisa Gazziero**Nº de Subprojetos que compõem o projeto:** 04**Unidades/Instituições Participantes:** Embrapa Soja, Emater

A convivência das plantas daninhas com a soja resulta em danos diretos que se refletem no rendimento da cultura e indiretos, quando afetam as colhedoras, o coeficiente técnico da colheita e o processo de limpeza e beneficiamento dos grãos.

O presente projeto objetiva estudar a biologia e o manejo integrado através de subprojetos que contemplam diferentes linhas de pesquisa, propondo-se, inclusive, a validar e difundir tecnologias em parceria com a Emater. No que se refere aos herbicidas, buscam-se informações sobre os efeitos na soja e nas plantas daninhas. Avalia-se a eficiência dos produtos visando as recomendações técnicas, o conhecimento sobre a resistência das plantas daninhas e a influência de fatores que possam interferir no seu controle. O comportamento das invasoras, em relação ao manejo do solo e da cultura, envolve trabalhos sobre a dinâmica do estabelecimento, biologia e competição. Com esse projeto, espera-se aumentar o nível de conhecimento técnico-científico de forma que o manejo integrado possa ser amplamente adotado, reduzindo-se, desta forma, o impacto que o controle das plantas daninhas tem exercido sobre o ambiente e o homem. Os resultados obtidos em 1999 são apresentados, resumidamente, a seguir.

7.1 Impacto do Uso de Herbicidas sobre a Comunidade Infestante e a Cultura da Soja (04.0.94.324-01)

Dionísio L.P. Gazziero, Alexandre M. Brighenti,
Elemar Voll, Warney M.C. Val,
José de Barros França Neto

No ano de 1999, neste subprojeto, foram contempladas as linhas de pesquisa sobre soja geneticamente modificada, resistência de plantas daninhas e a continuidade dos trabalhos que objetivaram encontrar alternativas ao uso do herbicida

2,4-D, no controle de plantas daninhas que antecedem a semeadura direta da soja.

7.1.1. Efeitos da aplicação de glyphosate em diferentes estádios de desenvolvimento da soja transgênica BR-16 RR

Com o objetivo de avaliar os efeitos de glyphosate sobre a cultura da soja, foram feitas aplicações com doses únicas de 900 e 1800 g/ha, sequenciais de 540 + 900 g/ha e 900 + 900 g/ha do equivalente ácido. As pulverizações ini-

ciaram-se aos 15 dias da emergência e prosseguiram até os 105 dias, com intervalos de 15 dias, entre as aplicações. Nas parcelas com pulverização aos 15 e 30 dias, e nas sequenciais, foi analisado o controle visual de trapoeraba, cujos níveis estavam sempre acima de 90%, a partir do 28º dia da aplicação. A avaliação visual de fitotoxicidade não mostrou a ocorrência de danos aparentes. As diferenças no rendimento de grãos não foram estatisticamente significativas. Esses resultados são preliminares e deverão ser repetidos para confirmar, ou não, a existência da influência do herbicida sobre a cultura da soja.

7.1.2. Controle de plantas daninhas em soja BR-16 RR, tolerante ao herbicida glyphosate

Foi conduzido um experimento com o objetivo de avaliar o controle do amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) e da trapoeraba (*Commelina benghalensis*), na cultivar BR-16 RR, geneticamente modificada, semeada em 16/12/98. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, e parcelas de 2,5 x 10,0 m. O herbicida glyphosate foi aplicado em doses únicas de 900, 1080, e 1800 g/ha e sequenciais de 540 + 540 e 900 + 900 g/ha do equivalente ácido. As plantas de amendoim-bravo estavam com quatro a dez folhas e 35 cm de altura e, as de trapoeraba com quatro a oito folhas e 30 cm de altura máxima. A densidade, na testemunha sem capina, era, respectivamente, de 42 e 54 plantas/m². Na pulverização,

utilizou-se um equipamento de CO₂ com quatro bicos 110-02DG, pressão de 200 kPa e volume de calda de 200 L/ha. Os resultados da avaliação realizada aos 67 dias após a aplicação, indicaram excelente nível de controle de amendoim-bravo. Para trapoeraba, observou-se controle igual ou superior a 85%. O rendimento da soja sofreu forte influência da época de semeadura. Contudo, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos e a testemunha mantida sempre limpa.

7.1.3. Estudo de alternativas para o manejo de poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), em áreas que antecedem a semeadura direta da cultura da soja

Com o objetivo de encontrar herbicidas alternativos em substituição ao herbicida 2,4-D, para o manejo de poaia (*Richardia brasiliensis*), foi conduzido um experimento em Londrina-PR, na safra 1988/99. Por ocasião da pulverização, as plantas de poaia estavam em fase de florescimento/frutificação, cobrindo 95% da área experimental. Os tratamentos consistiram da aplicação de glyphosate isolado e em mistura com lactofen, amônio glufosinato, lactofen + amônio glufosinato, flumioxazin, chlorimuron e 2,4-D, além de um tratamento com mistura de flumioxazin e sequencial de paraquat e duas testemunhas, com e sem capina. Utilizou-se delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições e parcelas de 2x5 m. A pulverização foi feita com pressão constante de 210 kPa, bicos 110-02 VS e 200 L/ha

de volume de calda. Foram realizadas avaliações visuais de controle aos dez, 16 e 36 dias após a aplicação (DAA) e calculado o rendimento final das plantas. Ainda que, aos 16 dias da aplicação, três tratamentos tenham apresentado resultados de controle superior a 85%, houve recuperação da espécie. Aos 36 dias, somente glyphosate na dose de 1,92 kg/ha, mostrou-se eficiente proporcionando 100% de controle de poaia.

7.1.4. Avaliação de plantas de *Bidens subalternans* com suspeita de resistência a herbicidas inibidores da fotossíntese

A resistência da plantas daninhas é um problema recente e tem expandido-se rapidamente no Brasil. A identificação e monitoramento de casos suspeitos é fundamental para evitar a disseminação do biótipo resistente. Foram encaminhadas pela assistência técnica local à Embrapa Soja, para análise, sementes de picão-preto (*Bidens subalternans*) com suspeita de resistência, provenientes de uma área de produção da região de Ibiporã-PR, cujo histórico indicava o uso da atrazina por longo período. As plantas provenientes das sementes do biótipo com suspeita, foram submetidas à aplicação dos herbicidas nicosulfuron, atrazine, ametrina, bentazon e paraquat, nas doses: normal, duas, três e quatro vezes a dose normal. O experimento foi instalado em casa de vegetação e os herbicidas foram aplicados com pulverizador de precisão, quando a planta invasora estava com quatro a seis folhas. Nenhuma das plantas sobreviveu à aplicação dos pro-

duto, em qualquer uma das doses, não confirmando a suspeita de haver casos de resistência, na população analisada.

7.1.5. Alternativas para aumentar a eficiência de controle de Buva (*Erigeron bonariensis*) no manejo de semeadura direta

A importância da buva, como planta daninha infestante de áreas cultivadas com soja, em semeadura direta, aumenta com a ocorrência de inverno chuvoso, tornando-a uma espécie de difícil controle. Misturas de glyphosate com flumioxazin + Assist, além de glyphosate com chlorimuron e 2,4-D, foram aplicadas com pulverizador de pressão constante (CO₂), utilizando-se bicos Twin-jet, TT e DC, em volumes de calda que variaram de 150 a 240 L/ha. Na ocasião, as plantas estavam com altura variando de 20 a 100 cm, sendo a maioria delas, com média de 50 a 60 cm e provenientes de rebrota de corte de colhedora.

Na avaliação visual realizada aos 34 dias após a aplicação, verificou-se que, para as plantas com altura inferior a 30 cm, todos os tratamentos apresentaram controle superior a 80%, chegando alguns a 100%. Plantas com altura superior a 30 cm, tiveram controle inferior aos estabelecidos para as plantas menores. Foi possível observar que, em plantas altas, o uso da roçadeira e o manejo na dose de glyphosate podem ser alternativas úteis para melhorar os níveis de controle.



7.2 *Biologia e Competição de Plantas Infestantes da Cultura da Soja* **(04.0.94.324-02)**

Alexandre M. Brighenti, Dionísio L.P. Gazziero,
Warney M.C. Val, Elemar Voll e
Fernando S. Adegas¹

7.2.1. *Estudo preliminar da arquitetura de plantas de soja de diferentes cultivares de ciclo precoce e semiprecoce*

O controle cultural é prática importante no manejo integrado de plantas daninhas. Esse método baseia-se na utilização das próprias características ecológicas das culturas e das plantas daninhas, visando beneficiar o estabelecimento e o desenvolvimento das plantas cultivadas. A essência do controle cultural consiste em obter uma lavoura sadia, de crescimento vigoroso e que cubra rapidamente a área semeada. A escolha de cultivares adaptadas ao clima e ao solo da região, o emprego de sementes de boa qualidade, a semeadura na época indicada para a região, rotação ou sucessão de culturas, alternando espécies de características morfológicas e fisiológicas bem diferenciadas, são pontos que devem ser observados para se obter uma boa eficiência desse método. Algumas espécies de plantas, e até mesmo cultivares com interesse agrônomo, têm diferentes capacidades em competir com invasoras. Algumas suprimem as plantas daninhas, reduzindo sua biomassa e produção de propágulos. Outras conseguem suportar altos níveis de infestação e, mesmo assim, alcançar bons rendimentos. O obje-

tivo desse experimento foi determinar as características da arquitetura de plantas de soja, de diferentes cultivares de ciclo precoce e semiprecoce, a fim de dar subsídios para a seleção de genótipos com maior habilidade competitiva com invasoras. O delineamento experimental foi blocos casualizados com quatro repetições. As cultivares de soja utilizadas foram BR16, BRS 183, BRS 184, Embrapa 58, Embrapa 59, Embrapa 185, Embrapa 48, BRS 155, BRS 156, BRS 132, BRS 133. A semeadura foi realizada em 07/11/1998 com 300 kg ha⁻¹ de 0-20-20. O espaçamento, nas entrelinhas da cultura foi de 0,40 m, mantendo-se 16 plantas por metro linear. O tamanho das parcelas foi de 2 x 6 m. O experimento foi capinado e mantido livre de invasoras durante todo ciclo da cultura. Foi avaliado o porte das plantas, através da medição da altura aos 50 e 120 dias após a semeadura (DAS). Além disso, foi determinado o índice de área foliar, utilizando analisador de copa, marca LI-COR, modelo LAI-2000. O engalhamento da cultura foi medido através de determinação visual, atribuindo-se notas de 0-10 onde 0 (zero) significou nenhuma formação de galhos e 10 a formação de cinco ou mais galhos. Os dados foram analisados estatisticamente, utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Com relação à altura de plantas aos 50 DAS, verificou-se que as cultivares BRS 184 e BRS 132 alcançaram os maiores valores, embora não diferindo estatisticamente de BR 16, BRS 183, Embrapa 58, Embrapa 59, Embrapa 185, Embrapa 48 e BRS

¹ Emater-PR.

155. Com relação à altura de plantas aos 120 dias, não foi verificada diferença significativa entre as médias das cultivares. Com relação ao engalhamento das plantas, foram obtidos os maiores valores pelas cultivares BRS 184, Embrapa 59, Embrapa 48, BRS 156 e BRS 133, não diferindo estatisticamente entre si. As cultivares que alcançaram maiores valores de índice de área foliar foram Embrapa 59, BRS 156 e BRS 133. As cultivares que mais se destacaram quanto às características promissoras, no que se refere à habilidade competitiva, foram Embrapa 59, BRS 156 e BRS 133.

7.2.2. Estudo preliminar da arquitetura de plantas de soja de diferentes cultivares de ciclo médio

Algumas pesquisas, a nível mundial, demonstram que determinadas cultivares de soja têm maior habilidade competitiva, quando na presença de invasoras. Algumas possuem ângulos de inserção de ramos que possibilitam maior cobertura do solo. Outras sombreiam mais rápido a entrelinha, em função do rápido crescimento inicial, porte alto das plantas e grande formação de área foliar. Com o objetivo de determinar características da arquitetura de plantas de soja de diferentes cultivares de ciclo médio, a fim de dar subsídios para a seleção de genótipos com maior habilidade competitiva com invasoras, um experimento foi conduzido na Embrapa Soja, Londrina, PR. O delineamento experimental foi blocos casualizados com cinco repetições. As

cultivares utilizadas foram BR157, BRS 136, Embrapa 62, BRS 134, Embrapa 60, BRS 135. A semeadura foi realizada em 07/11/1998, com 300 kg ha⁻¹ de 0-20-20. O espaçamento, nas entrelinhas da cultura, foi de 0,40 m, mantendo-se 16 plantas por metro linear. O tamanho da parcela foi de 2 x 6 m. O experimento foi capinado e mantido livre de invasoras durante todo o ciclo da soja. Foi avaliado o porte das plantas, através da medição da altura aos 50 e 120 dias após a semeadura (DAS). Além disso, foi determinado o índice de área foliar, aos 100 DAS, utilizando analisador de copa, marca LICOR, modelo LAI-2000. O engalhamento da cultura foi medido através de determinação visual, atribuindo-se notas de 0-10, onde 0 (zero) significou nenhuma formação de galhos e 10 a formação de cinco ou mais galhos. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Verificou-se que, aos 50 DAS, a cultivar Embrapa 62 foi a que apresentou a maior altura de plantas. Aos 120 DAS, também essa cultivar alcançou maior altura (71,84), porém não diferindo estatisticamente da BRS 136 (68,56). Com relação ao engalhamento e ao índice de área foliar, não houve diferença significativa entre as cultivares, embora 'Embrapa' 60 tenha apresentado os maiores valores. Conclui-se que as cultivares Embrapa 60 e Embrapa 62 foram as que mais se destacaram quanto às características para habilidade competitiva com invasoras.

7.2.3. Análise de crescimento de biótipos de amendoim - bravo (*Euphorbia heterophylla*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da enzima ALS

O uso contínuo de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, em área de produção de soja, no município de Cafelândia, PR, favoreceu a seleção de um biótipo resistente de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS). Um estudo comparativo das características do crescimento do biótipo resistente e do biótipo suscetível foi realizado na Embrapa Soja, a fim de identificar diferenças no crescimento e no desenvolvimento das plantas e seus órgãos. Os dois biótipos, resistente e suscetível, foram semeados em vasos na casa-de-vegetação e avaliadas, a intervalos de 14 dias, a matéria seca total, a área foliar, a matéria seca do caule, das raízes e das folhas, bem como, a altura de plantas. A partir desses parâmetros, foram ajustados modelos matemáticos e calculadas a taxa de crescimento relativo, a taxa assimilatória líquida, a razão de área foliar, a razão de peso foliar e a área foliar específica. Os valores estimados, para as características de crescimento mencionadas, foram comparados durante todo o ciclo do amendoim-bravo, utilizando-se o intervalo de confiança de 95%. A matéria seca total acumulada pelas plantas e seus órgãos, a área foliar e a altura de plantas apresentaram comportamentos semelhantes para os biótipos resistente e suscetível. A taxa de crescimento relativo, a taxa assimilatória líquida, a razão de área foliar, a razão de peso foliar e a

área foliar específica decresceram com a ontogenia das plantas de amendoim-bravo, sendo muito similares para ambos os biótipos. Os ciclos vegetativos dos dois biótipos estudados não apresentam diferenças significativas quanto ao crescimento e ao desenvolvimento.



7.3 Dinâmica do Estabelecimento de Espécies de Plantas Daninhas (04.0.94.324-05)

Elemar Voll, Dionísio L.P. Gazziero,
Alexandre M. Brighenti, Warney M.C. Val e
Fernando S. Adegas¹

7.3.1. Validação de tecnologia - Levantamento de Banco de Sementes/MIPD

Em 1998/99 foram conduzidas 22 Unidades de Observação (U.Os), em lavouras de soja de produtores paranaenses, compreendendo o levantamento do banco de sementes e da flora daninha emergente. Foram também determinadas as produtividades da soja e os custos de produção. Foram envolvidos agrônomos colaboradores da EMATER/PR, das Cooperativas COAMO, COPACOL, COOPAVEL e VALCOOP, bem como, das Fundações FAPA (Agrária/Guarapuava) e ABC (Castro). O trabalho visou recomendações de manejo integrado de controle de espécies daninhas a níveis críticos, técnicos, econômicos e de proteção ao meio ambiente.

Dentro de cada lavoura dos produtores, representativa de um sistema de produção, foram conduzidos três áreas pró-

¹ Emater-PR.

ximas, variando entre 0,25 a 0,5 ha, assim distribuídas: a) uma área com tecnologia do produtor, de controle de plantas daninhas de uso corrente; b) outra como testemunha sem controle, para fins de obtenção de dados do banco de sementes, de emergência de plantas e de produção de soja sob competição, e c) uma terceira área, com manejo alternativo de controle, definido pela assistência técnica (opcional).

Os resultados de levantamento dos bancos de sementes obtidos são apresentados na Tabela 7.1. Uma análise, pela metodologia sugerida por Forcella & Lindstrom (1988), nos indica que no Nível ZERO (até 250 sementes/m²), de não aplicação de controle, apenas três áreas (1 a 3) (13%) estariam incluídas; no Nível PÓS (entre 250 e 700 sementes/m²), em que pode ser necessário algum herbicida pós-emergente ou suas misturas, estão incluídas cinco áreas (4 a 9) (26%) e, no Nível PRÉ (acima de 700 sementes/m²), que pressupõe a necessidade de usar algum herbicida de pré-emergência, com efeito residual, de duração mais prolongada, estariam as quatorze áreas (61%) restantes. Os níveis estabelecidos são influenciados pela taxa de emergência de cada espécie, principalmente, e respectiva eficiência competitiva. Dados de produção e de custo/benefício serão relatados com a participação dos colaboradores.

7.3.2. Dinâmica das espécies de plantas daninhas desmódio, balãozinho e amendoim-bravo sob diferentes manejos de solo e nível de competição

O objetivo do experimento foi determinar através do levantamento anual do banco de sementes de plantas daninhas no solo, das espécies amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), desmódio (*Desmodium tortuosum*) e balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*), as suas taxas de emergência, sobrevivência, competição e aspectos fenológicos, em lavouras de soja, que por extensão, permitam predizer sua importância econômica no estabelecimento de lavouras, de manejos em semeadura convencional (SCon) e direta (Sdir). As duas primeiras espécies, o desmódio e o balãozinho, são plantas daninhas de introdução recente nas lavouras de soja do Paraná e, já assumem importância econômica, juntamente com o amendoim-bravo.

As taxas de emergência do a-bravo, em SCon, foram de 12,5% em pré-semeadura e 19,3% em pós-emergência; em SDir foram de 47,3% e 35,7%, respectivamente. O a-bravo em competição, em SCon, resultou numa equação linear de produção (Y_{est}) = $-24,174x + 3288,4$; $r^2 = 0,98$; o ajuste curvilinear, com $r^2 = 0,97$, após derivação, estima uma produção mínima de (Y_{est}) = 2010 kg/ha, para um número de plantas (x) = 52. De igual modo, em SDir o ajuste linear foi (Y_{est}) = $-14,604x + 3052,9$; $r^2 = 0,17$. O ajuste curvilinear, com $r^2 = 0,78$, após derivação, estima uma produção mínima (Y_{est}) = 2236 kg/ha, para um número de plantas (x) = 19.

As taxas de emergência do balãozinho, em SCon, foram de 18,0% em pré-semeadura e 14,3% em pós-emergência; em SDir foram de 52,7% e 24,2%, res-

TABELA 7.1. Resultados do levantamento de banco de sementes em Unidades de Observação de produtores de soja do Paraná, em 1998/99.

Local	Espécies (sementes/m²)											Total + ssp	
	Gramíneas		Folhas largas										
	BRA ^{/1}	DIG ^{/2}	ACN ^{/3}	BOI ^{/4}	BID ^{/5}	COM ^{/6}	DED ^{/7}	EPH ^{/8}	IPO ^{/9}	AMA ^{/10}	SID ^{/11}		
01. AgráriaII-FN	0	10	0	0	10	60	0	20	0	0	0	30 ¹⁶	
02. Cafelândia	0	20	0	0	0	10	0	0	0	50	0	0	
03. Faz. Potinga	40	80	0	80	0	40	0	30	0	0	0	0	
04. S.T.Itaipu BEv	190	120	10	0	30	100	0	50	0	180	130	0	
05. COOPAVEL	60	0	0	20	20	0	0	20	0	930	0	60 ¹²	
06. Boa Esperança	10	10	0	0	20	110	0	210	20	0	0	0	
07. Pensamento	10	0	0	0	40	0	0	150	0	120	30	20 ¹³	
08. COAMO	0	30	0	70	0	0	0	40	10	320	10	0	
09. FcoS98(nova	0	40	0	40	60	440	0	90	0	740	100	850 ¹²	
<hr/>													
10. Fund. ABC	1. Ceph	22567	5883	0	117	0	0	0	667	0	0	17	66 ^{12,13}
	2. Cgram	1417	817	0	50	0	0	0	1933	0	0	133	117 ^{12,13}
11. Cafelândia		3790	50	0	0	180	90	0	170	20	30	30	70 ¹²
12. N.S.Bárbara		3230	250	130	0	280	30	670	40	60	90	40	0
13. Pinhão		1080	300	0	0	30	0	0	670	0	0	0	570 ^{14,15}
14. Andirá		210	1510	90	0	20	740	0	0	0	410	0	790 ^{12,14,16}
15. Lobato		170	57227	0	0	10943	680	0	0	0	0	23577	27490 ^{12,16,20}
16. Clevelândia		150	0	0	5750	0	0	0	50	100	0	300	50
17. Agrária I		30	450	0	370	0	0	0	800	10	0	230	30 ¹²
18. Fco. Schrei		20	0	0	0	2230	0	0	880	10	30	0	20 ¹²
19. Floresta		10	60	0	0	10	3490	0	130	0	40	0	0
20. Mamborê		50	0	0	10	0	10	0	310	0	0	2360	770 ^{12,16}
21. Bom Sucesso		10	0	0	0	0	0	0	190	50	50	0	3430 ^{12,13,15}
22. S.T. Itaipu CS		70	50	0	0	10	260	0	60	0	190	260	6490 ^{12,14,19}
23. S.T.Itaipu B Chapadão		30	0	0	0	20	10	0	0	0	10	20	940 ¹⁸

^{/1}capim-marmelada, ^{/2}capim-colchão, ^{/3}carrapicho-de-carneiro, ^{/4}erva-quente, ^{/5}picão-preto, ^{/6}trapoeraba, ^{/7}desmódio, ^{/8}amendoim-bravo, ^{/9}corda-de-viola, ^{/10}caruru, ^{/11}guanxuma, ¹²poaia, ¹³orelha-de-urso, ¹⁴maria-preta, ¹⁵joá-de-capote, ¹⁶nabiça, ¹⁷c. carrapicho, ¹⁸c. arroz, ¹⁹erva-de-bicho, ²⁰tiririca.

10.1 - Com controle (C/C) de amendoim-bravo; 10.2 - C/C de capim-marmelada.

pectivamente. O balãozinho em competição, em SCon, até 25 plantas/m², resultou numa equação linear de produção (Yest) = -28,194x + 3741,6; r² = 0,59; o ajuste curvilinear, com r² = 0,76, após derivação, estima uma produção mínima de (Yest) = 3154 kg/ha, para um número de plantas (x) = 17. De igual modo, em SDir o ajuste linear foi (Yest) = -18,244x + 3615,5; r² = 0,67. O ajuste curvilinear, com r² = 0,81, após derivação, estima uma produção mínima (Yest) = 3201 kg/ha, para um número de plantas (x) = 29.

As taxas de emergência do desmódio, em SCon, foram de 0% em pré-semeadura e 0,44% em pós-emergência; em SDir foram de 0% e 1,0%, respectivamente. O desmódio em competição, em semeadura convencional, resultou numa equação linear de produção (Yest) = -58,264x + 3619,8; r² = 0,68; o ajuste curvilinear, com r² = 0,99, após derivação, estima uma produção mínima de (Yest) = 2814 kg/ha, para um número de plantas (x) = 13. De igual modo, em SDir o ajuste linear foi (Yest) = -54,064x + 3382,0; r² = 0,88. O ajuste curvilinear, com r² = 0,89, após derivação, estima uma produção mínima (Yest) = 1291 kg/ha, para um número de plantas (x) = 63.

7.3.3. Experimento de competição relativa entre espécies de plantas daninhas

Em 1998/99, foi instalado um experimento para avaliação da competição relativa de duas cultivares de soja de ciclos vegetativo precoce (Embrapa-48) e médio (Embrapa-62) com quatro espécies de plantas daninhas. As populações foram ajustadas às densidades de zero,

10 a 15 e 20 a 30 plantas/m² e determinados os rendimentos das cultivares de soja. Dos resultados de produção obtidos, transformados em porcentagem, foram estabelecidas equações de regressão linear (Tabela 7.2) (sob baixas densidades) e comparados os seus coeficientes de perda por unidade competitiva. Os coeficientes de X, em valores negativos, expressam as perdas por unidade de planta daninha/m² em competição/espécie/cultivar. As estimativas de perdas, em ordem decrescente, foram: fedegoso (CASOB) > corda-de-viola (IAOGR) > amendoim-bravo (EPHHL) > capim-marmelada (BRAPL). Na Tabela 7.3, são estimadas as populações que causam as produções mínimas, em função da estimativa feita através de equações curvilineares e derivação. Acima desse número de plantas daninhas deverá ocorrer a competição intraespecífica.



7.4 Difusão de Tecnologias para o Manejo Integrado de Plantas Daninhas na Cultura da Soja (04.0.94.324-06)

Fernando S. Adegas, Elemar Voll,
Dionísio L.P. Gazziero, Alexandre M. Brighenti e
Warney M.C. Val.

Para validação e divulgação das tecnologias que compõem o MIPD-soja, foram conduzidos 13 campos demonstrativos em 98/99, compostos de três áreas comparativas: testemunha sem controle, controle padrão do produtor e

¹ Emater-PR.

TABELA 7.2. Equações de regressão linear para perda de produção (Y) e coeficientes de ajuste (r^2) para quatro espécies de plantas daninhas, em competição com duas cultivares de soja de diferentes ciclos vegetativos, em 1998/99.

Espécie daninha	Soja cv. Embrapa-48 (C. precoce)	Soja cv. Embrapa-62 (C. médio)
Amendoim-bravo (EPHHL)	$Y = -47,195x + 2890,8$ $r^2 = 0,89$	$Y = -48,857x + 2756,7$ $r^2 = 0,85$
Capim-marmelada (BRAPL)	$Y = -25,333x + 2503,7$ $r^2 = 0,96$	$Y = -36,027x + 2325$ $r^2 = 0,68$
Corda-de-viola (IAOGR)	$Y = -58,637x + 2768,1$ $r^2 = 0,98$	$Y = -58,038x + 2401,7$ $r^2 = 0,84$
Fedegoso (CASOB)	$Y = -97,854x + 2844,4$ $r^2 = 0,93$	$Y = -81,878x + 2521,2$ $r^2 = 0,99$

TABELA 7.3. Produtividades mínimas obtidas pela equação da curva, com derivação.

Espécie daninha	Soja cv. Embrapa-48 (C. precoce)	Soja cv. Embrapa-62 (C. médio)
Amendoim-bravo (EPHHL)	$X = 25,4 : Y = 1689 \text{ kg/ha}$ (56%)	$X = 24,2 : Y = 1471 \text{ kg/ha}$ (50%)
Capim-marmelada (BRAPL)	$X = 22,1 : Y = 2042 \text{ kg/ha}$ (80%)	$X = 8,9 : Y = 1786 \text{ kg/ha}$ (75%)
Corda-de-viola (IAOGR)	$X = 16,9 : Y = 2027 \text{ kg/ha}$ (73%)	$X = 7,9 : Y = 1850 \text{ kg/ha}$ (75%)
Fedegoso (CASOB)	$X = 13,5 : Y = 1599 \text{ kg/ha}$ (55%)	$X = 12 : Y = 1505 \text{ kg/ha}$ (60%)

X = número de plantas/m²; Y = produção de soja, kg/ha a 13% de umidade.

área de tecnologias do MIPD, nos quais foram realizados o levantamento do banco de sementes e da flora daninha emergente. Na totalização dos resultados dos campos, foi verificado que as áreas de manejo tiveram um custo médio de controle de plantas daninhas de R\$ 26,24 contra R\$ 38,91 das áreas padrão dos produtores. Analisando a rentabilidade líquida, que foi a renda bruta da produ-

ção menos o custo de controle das plantas daninhas, as áreas de manejo também apresentaram superioridade com rentabilidade de R\$ 604,32/ha contra R\$ 557,18/ha do padrão do produtor. Ponto principal do subprojeto, a capacitação da assistência técnica atingiu 125 técnicos em todo o Estado. Esta capacitação foi realizada através de 18 treinamentos, com conteúdo teórico e prático específi-

cos do MIPD e tecnologia de aplicação de herbicidas.

Os técnicos capacitados, denominados também de monitores, foram responsáveis pelo treinamento de 975 produtores e o assessoramento a 138 propriedades na área abrangida neste subprojeto, em um total de 3.874,0 ha. Em 125 das 138 propriedades acompanhadas, as áreas de MIPD tiveram custo menor que as áreas dos produtores, havendo uma redução média de 12,8 % no custo de controle das plantas daninhas, comparando o manejo realizado pelo produtor e a proposta de MIPD feita pelos monitores responsáveis. Tanto os resultados dos campos demonstrativos quanto os resultados das propriedades acompanhadas demonstraram a viabilidade econômica do MIPD-soja. Técnicos da EMATER-Paraná, Agrária, Coagru, Coamo, Cocari, Coopavel, Coopervale, Copacol, Coprossel, Corol, e Fundação ABC, realizaram nas principais regiões produtoras de soja do Estado, na safra 98/99, 252 entrevistas diretas com agricultores, a fim de se ter um diagnóstico sobre a situação das plantas daninhas nas lavouras de soja no Paraná. Entre as principais espécies infestantes presentes no levantamento, destacaram-se *Euphorbia heterophylla*, *Brachiaria*

plantaginea, *Bidens spp*, *Commelina benghalensis* e *Cenchrus echinatus*, com frequência de 84,4%; 75,5%; 69,1%; 61,8% e 34,7 % respectivamente, o que mostra uma situação muito parecida com a visualizada nas infestações dos campos demonstrativos.

O diagnóstico mostrou que 78,3% dos produtores estão realizando o cultivo da soja dentro do sistema de semeadura direta. Nestas situações, a operação de manejo, que é a dessecação da flora anterior à semeadura da soja, é feita em 57,2% com o uso isolado de um herbicida sistêmico (glyphosate ou sulfosate), 38,7% com um herbicida sistêmico (glyphosate ou sulfosate) adicionado a um latifoliadida, 3,3% com o uso de herbicidas a base de 2,4-D e 0,8 % com a aplicação isolada de um herbicida de contato (paraquat ou paraquat + diuron). No controle das plantas daninhas na cultura da soja, o diagnóstico mostrou a maior utilização de herbicidas pós-emergentes, sendo que, 79,6 % dos produtores utilizaram herbicidas em pós emergência para o controle das infestantes de folhas largas e que 83,2% utilizaram também herbicidas em pós emergência para o controle das infestantes de folhas estreitas.



8

DESENVOLVIMENTO DE GERMOPLASMA E CULTIVARES DE SOJA ADAPTADOS ÀS VÁRIAS REGIÕES ECOLÓGICAS E AOS VÁRIOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO**Projeto:** 04.0.94.321**Líder:** Leones Alves de Almeida**Número de subprojetos que compõem o Projeto:** 41

Unidades/Instituições Participantes: Embrapa Soja, Embrapa Trigo, Embrapa Clima Temperado, Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Pecuária Sul, Embrapa Cerrados, Embrapa Meio Norte, Embrapa Rondônia, Embrapa Roraima, Embrapa Acre, Embrapa Amazônia Oriental, FEPAGRO, EMATER-GO/CTPA, EMPAER-MS, EPAGRI, EPAMIG, EBDA, IPA, Fundação Cerrados, FAPCEN, FBA, FMT e FUNAP

O projeto tem como objetivos principais o desenvolvimento de germoplasma e a criação de novas cultivares de soja, a partir de populações desenvolvidas, para atender aos objetivos gerais e específicos, estabelecidos nos programas de melhoramento genético da cultura. Cultivares de soja mais produtivas, estáveis, resistentes às principais doenças e adaptadas às várias regiões ecológicas, são criadas no âmbito deste projeto. O desenvolvimento de germoplasma e de cultivares de soja com características mais específicas, como resistência a insetos, tolerância ao complexo de acidez do solo, boa qualidade fisiológica da semente, melhor qualidade nutricional do grão e adequação ao consumo humano, são também considerados como objetivos importantes no projeto. São também conduzidas ações de pesquisa que envolvem a caracterização das novas variedades quanto aos aspectos fitotécnicos (épocas de semeadura, espaçamentos, responsividade aos níveis de fertilidade e correção dos solos) e a identificação de marcadores moleculares associados à resistência ao nematóide de cisto.

Em 1999, como resultado do trabalho de pesquisa varietal, foram lançadas vinte e nove cultivares de soja desenvolvidas pela Embrapa e pelo Sistema de Parcerias, os quais incluem contratos com instituições de pesquisa estaduais e empresas privadas. Os lançamentos nos diversos estados foram:

Paraná - BRS 183, BRS 184 e BRS 185; **Mato Grosso do Sul** – BRS 181, BRS 182, BRSMS Acará, BRSMS Sauá, BRSMS Curimbatá; **Mato Grosso** - BRSMT Anhumas, BRSMT Apiakás, BRSMT Arara Azul, BRSMT Beija-Flor, BRSMT Bororo, BRSMT Cachara, BRSMT Curicaca, BRSMT Gralha, BRSMT Matrinxã, BRSMT Piraíba e BRSMT Tucunaré; **Goiás e Distrito Federal** – BRSGO Goiânia; **Minas Gerais** - BRSMG Garantia; **Maranhão / Piauí / Tocantins** – BRSMa Babaçu, BRSMa Boa Vista, BRSMa Juçara e BRSMa Tracajá; **Rondônia** – BRSRO Aurora, BRSRO Pirarara e BRSRO Seleta; **Roraima** – BRSMG Nova Fronteira.

Todas as cultivares lançadas possuem como características principais, resistência genética às doenças cancro da haste e mancha “olho-de-rã”, além de

alta produtividade e estabilidade de produção nas regiões de adaptação. As cvs. BRSMT Cachara, BRSMT Matrinxã, BRSMT Piraíba e BRSMT Tucunaré também são resistentes ao nematóide de cisto da soja.

8.1 Desenvolvimento de Germoplasma de Soja Adaptados às Várias Regiões Ecológicas e aos Vários Sistemas de Produção (04.0.94.321-05)

Romeu A. S. Kiihl, Leones A. Almeida, Plínio I. M. Souza¹, Dario M. Hiromoto, Neylson E. Arantes, Luís Cláudio Farias, Manoel A. C. Miranda², Ayrton Morceli³, Claudio Takeda⁴, Emídio R. Bonato⁵, Paulo Bertagnolli⁶ e Eloi Elias do Prado⁶

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é originária do nordeste da China, entre as latitudes 35° e 45°N. As maiores áreas de cultivo desta leguminosa concentram-se em latitudes maiores que 30°. No Brasil, a soja desenvolveu-se inicialmente nos estados do Sul, e hoje aproximadamente metade da produção é obtida na Região Central. Tal expansão da soja para médias e baixas latitudes foi possível pelo desenvolvimento de cultivares no próprio País. A estratégia na obtenção de tais cultivares consistiu no desenvolvimento de plantas com tipo de crescimento determinado, semelhantes às utilizadas no Sul dos Estados Unidos, com altura e ciclo adequados às nossas condições. O controle da reação ao fotoperiodismo foi fundamental na obtenção de tais plantas.

Os tipos básicos para cada região foram desenvolvidos. O objetivo atual consiste no desenvolvimento de populações e linhagens com ênfase em produtividade e estabilidade (atenção especial para resistência a doenças e nematóides, assim como ao uso de genes para período juvenil longo) para alimentar outros subprojetos regionais de desenvolvimento e lançamento de cultivares. A Embrapa Soja, localizada a 23° 22" LS, representa um ponto estratégico definido como a área mais ao norte que possibilita o trabalho de seleção para o Sul e a área mais ao sul que viabiliza seleção para o Norte, pelo uso adequado de épocas de semeadura (10 a 20 de setembro para o Norte, Nordeste e Centro, 10 a 20 de outubro para o Centro e Centro-Sul, 10 a 20 de novembro para o Sul do Brasil).

Os cruzamentos são realizados em casa-de-vegetação. As plantas F1 são avançadas em semeaduras de janeiro e maio também em casa-de-vegetação, em Londrina, PR. Os segregantes, F2 a F4, são conduzidos pelo método das populações (bulk) ou MSSD (descendente de uma semente modificado), sendo utilizadas áreas do Brasil Central para avanço de gerações. O retrocruzamento e retrocruzamento modificado são bastante empregados, sendo em vários casos usadas combinações de métodos. O número de combinações híbridas varia de 300 a 800 por ano, sendo as populações segre-

¹ Embrapa Cerrados.

² IAC - Instituto Agronômico de Campinas.

³ EMPAER/MS - Empresa de Pesquisa, Assist. Técnica e Ext. Rural de Mato Grosso do Sul.

⁴ Fundação MT - Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso.

⁵ Embrapa Trigo.

⁶ Embrapa Rondônia.

gantes de 1.500 a 4.000 parcelas de 250 plantas. As linhas F5 são de 12.000 a 28.000 por ano e o número de linhagens selecionadas de 3.000 a 5.000. As linhagens obtidas são enviadas como introduções para avaliação visual em seis a 12 localidades no Brasil.

Foram realizadas, em 1998/99, de acordo com os vários objetivos do subprojeto, 438 combinações híbridas. As populações F1 foram avançadas em casa-de-vegetação, de janeiro a abril e de maio a setembro.

As populações F2 foram conduzidas em Londrina, PR em semeaduras de setembro, outubro e novembro, de acordo com o ciclo e a região alvo. Uma nova característica, tolerância ao herbicida "Roundup", introduzida no subprojeto em 1997, foi amplamente utilizada. Todo o material transgênico foi conduzido em Londrina-PR, Brasília-DF, Teresina-PI, Boa Vista-RR e Vilhena-RO, sempre em áreas próprias da EMBRAPA e de acordo com as normas de biossegurança.

A produção de inverno, de materiais não transgênicos, conduzida em Rondonópolis-MT, Planaltina-DF (CPAC) e Balsas-MA, (para avanço e multiplicação de sementes) foi enviada para os vários programas de melhoramento das organizações componentes do SNPA.

Visando a incorporação de período juvenil longo, resistência ao cancro da haste e à mancha olho-de-rã, em um grupo de genótipos norte-americanos com diferentes fontes de resistência ao nematóide de cisto da soja (Peking, PI 88788, PI 90763 e PI 437654), foi realizado para cada caso mais um retrocruzamento.

Linhagens do programa geral foram enviadas para avaliação agrônômica em Balsas, MA (1.047), Vilhena, RO (1.047), Barreiras, BA (1.047), Rondonópolis, MT (1.541), São Gabriel D'Oeste, MS (1.541), Goiânia, GO (1.541), Brasília, DF (1.541), Uberaba, MG (1.332), Dourados, MS (1.164) e Passo Fundo, RS (1.164).

Englobando os seis últimos anos, foram feitas 3.138 combinações híbridas, compostas 3.450 populações, estabelecidas 139.460 progênies e selecionadas 19.616 linhagens. Em conjunto com o subprojeto 04.0.94.321-06, nos últimos seis anos, foram selecionadas 13.589 linhagens com adaptação ao Centro-Sul do Brasil.



8.2 Desenvolvimento de Cultivares e Linhagens de Soja para a Região Centro-Sul do Brasil (04.0.94.321-06)

Leones A. Almeida, Romeu A. S. Kiihl, Luis Carlos Miranda¹, Antonio E. Pipolo, Lineu Domit, Osvaldo V. Viera e Milton Kaster

A criação de novas cultivares tem sido uma das principais tecnologias a beneficiar os agricultores com aumento de produtividade e estabilidade de produção frente aos fatores limitantes ambientais e biológicos. Os métodos de melhoramento tradicionais empregados no melhoramento da espécie, consistem de testes de progênies, a partir de seleção de plantas nas populações desenvolvidas para atender aos objetivos propo-

¹ Embrapa Negócios Tecnológicos - EN Londrina.

tos, e avaliações preliminares e regionais de linhagens. A identificação de genótipos superiores em produtividade, estabilidade de produção e com boas características agronômicas é realizada com o auxílio de ensaios de avaliação conduzidos em vários locais e anos. O subprojeto tem como objetivo principal o desenvolvimento de linhagens de soja promissoras e a investigação varietal, visando o lançamento de novas cultivares mais produtivas, estáveis e resistentes às principais doenças para a Região Centro/Sul do país. As linhagens selecionadas passam a constituir germoplasma de interesse a outras regiões, sendo enviadas como introduções a outros programas de melhoramento da Região Centro-Oeste brasileira.

As atividades de pesquisa programadas para a fase de desenvolvimento e seleção de linhagens foram realizadas em Londrina (PR), onde cerca de 45 mil plantas foram selecionadas nas populações segregantes F4/F6, desenvolvidas no subprojeto 04.0.94.321.05, para testes de progênies e seleção de linhagens, na safra 98/99. Foram selecionadas 4048 linhagens BR99-, das quais 3488 linhagens dos grupos de maturação precoce a semitardio constituíram os ensaios da Avaliação Preliminar I 99/00. As 560 restantes de ciclo mais tardio foram introduzidas em vários locais das regiões Centro-Oeste e Norte para avaliação de adaptação.

A fase seguinte da pesquisa varietal é composta de três etapas ou níveis de avaliações: 1- Avaliações Preliminares de 1º. ano (AP.I), 2º. ano (AP.II) e 3º ano (AP.III); 2- Avaliação Intermediária (AI) e 3- Avaliação Final (AF). As AP.I, AP.II e

AP.III foram conduzidas em Londrina, Campo Mourão e Ponta Grossa, no Paraná. As AI e AF, cada uma composta de três ensaios constituídos por linhagens de grupos de maturação precoce(L), semiprecoce (M) e médio (N), são conduzidas em diversos locais do Paraná e São Paulo. Na AP.I, foram avaliadas 3226 linhagens BR98-, sendo identificadas 1202 linhagens promissoras que apresentaram potencial superior às cultivares padrões dos grupos de maturação L, M e N e boas características agronômicas. Nos diversos ensaios das AP.II e AP.III, conduzidos em 98/99 foram testadas aproximadamente 1.300 linhagens distribuídas em diferentes grupos de maturação. O índice de seleção foi de cerca de 18%, com aproveitamento de um total de 228 linhagens; dessas, as 42 melhores linhagens correspondentes aos grupos de maturação L, M e N progrediram para serem testadas mais amplamente na AI da safra seguinte e as demais selecionadas estão sendo reavaliadas novamente na AP III.

As Avaliações Intermediária (AI) e Final (AF), cada uma constituída de três ensaios de grupos de maturação L, M e N, objetivam identificar genótipos de soja com elevado potencial genético-agronômico para lançamento e indicação de cultivares para a região. A AI foi conduzida em seis locais e a AF em onze locais. Ao todo, 42 linhagens foram testadas na AI e 21 linhagens na AF. Dentre os 42 genótipos da Embrapa Soja que participaram da AI 98/99, foram selecionadas uma linhagens precoce (BR96-25337), três semiprecoces (BR96-17294, BR96-18671 e BR96-18710) e

quatro do grupo de maturação médio (BR96-9627, BR96-10145, BR96-16185 e BR96-19939), por terem mostrado desempenho agrônomo superior ao melhor padrão comparativo de cada grupo

de maturação. Essas foram promovidas para a AF 99/00. O rendimento médio cumulativo das linhagens e cultivares de diferentes ciclos, testadas na AI e AF é apresentado na Tabela 8.1. Na AF, com

TABELA 8.1. Rendimento médio cumulativo de cultivares e linhagens de soja dos grupos de maturação precoce (L), semiprecoce (M) e médio (N) avaliadas em ensaios intermediários e finais em vários ambientes do Estado do Paraná. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1998/99.

Linhagem/ Cultivar	Rendimento médio (kg/ha) e relativo (%)							
	1998/99		1997/99		1996/99			
	9 ambientes		14 ambientes		20 ambientes		24 ambientes	
..... Grupo de maturação precoce (L)								
IAS 5	2967	100	2970	100	2924	100	2963	100
FT-Guaíra	2852	-3,9	2882	-3,0	2759	-5,6	2878	-2,9
BRS 183	3063	+3,2	-	-	-	-	3038	+2,5
BR95-29133	2916	-1,7	-	-	2872	-1,8	-	-
BR95-29054	2664	-10,2	-	-	2714	-7,2	-	-
BR95-29039	2668	-10,1	-	-	2684	-8,2	-	-
BR95-7613	3147	+6,0	3200	+7,7	-	-	-	-
BR95-8400	3072	+3,5	3132	+5,5	-	-	-	-
BR95-29477	2929	-1,3	3046	+2,6	-	-	-	-
..... Grupo de maturação semiprecoce (M)								
OCEPAR 13	2899	100	-	-	-	-	-	-
BR 16	2611	-9,9	2593	100	-	-	2730	100
BR96-25619	3117	+7,5	-	-	-	-	-	-
BR96-16608	2949	+1,7	-	-	-	-	-	-
BR95-9861	2837	-2,1	-	-	-	-	-	-
BRS 184	3094	+6,7	-	-	-	-	3210	+17,6
BRS 185	3059	+5,5	-	-	-	-	3090	+13,2
BR95-9961	2922	+0,8	2917	+12	-	-	-	-
BR95-11519	2772	-4,4	2885	+11	-	-	-	-
..... Grupo de maturação médio (N)								
BRS 134	2894	100	-	-	-	-	-	-
FT-Abyara	2846	-1,7	2807	100	-	-	2867	100
BR96-12086	3101	+7,2	-	-	-	-	-	-
BR96-11942	2834	-2,1	-	-	-	-	-	-
BR96-13519	2624	-9,3	-	-	-	-	-	-
BR94-8875	2860	-1,2	-	-	-	-	2934	+2,3
BR94-493	2675	-7,6	-	-	-	-	2801	-2,3
BR95-15291	2908	+0,5	3007	+7,1	-	-	-	-
BR95-272	2716	-6,1	2838	+1,1	-	-	-	-

base em dois anos de resultados cumulativos de 14 ambientes, as linhagens precoces BR95-7613 e BR95-8400, semi-precoces BR95-11519, BR95-16608 e BR95-25619, e médias BR95-15291 e BR96-12086 mostraram bom desempenho agrônomo e estão sendo reavaliadas na safra 1999/2000. As linhagens BR95-29133 (precoces), BR92-6568, BR93-4313 e BR92-7303 (semiprecoces) e BR94-493, BR94-8875 e BR96-7331 (médias), com três anos consecutivos em avaliação na rede oficial, conduzida em 24 ambientes, tiveram bom desempenho agrônomo e serão novamente avaliadas e validadas na próxima safra para decisão de lançamento como novas cultivares, em 1999. As linhagens BR94-4150, BR94-9682 e BR94-11861 foram lançadas como novas cultivares de soja e indicadas para o cultivo no Paraná como BRS 183, BRS 184 e BRS 185, respectivamente.

No período de 94/99, este subprojeto gerou 19 novas cultivares de soja, com alto potencial produtivo, mais estáveis e resistentes ao cancro da haste, uma das principais doenças da cultura. Para São Paulo, em 1995 foram lançadas as cultivares Embrapa 46, Embrapa 47 e Embrapa 48. Para o Paraná, em 1996 foram lançadas as cultivares Embrapa 48 (extensão de indicação), Embrapa 58, Embrapa 59, Embrapa 60, Embrapa 61 e Embrapa 62; em 1997, as cultivares Embrapa 132, Embrapa 133, Embrapa 134, Embrapa 135 e Embrapa 136, em 1998 as cvs. BRS 155, BRS 156 e BRS 157 e em 1999 as cvs. BRS 183, BRS 184 e BRS 185. Para Santa Catarina foram indicadas (ex-

tensão) as cvs. Embrapa 48, Embrapa 58, Embrapa 59, Embrapa 60, Embrapa 61, Embrapa 62, Embrapa 132, Embrapa 133, Embrapa 134 e BRS 154. Essas cultivares contribuem em cerca de 60% da área ocupada com soja nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina.



8.2 Desenvolvimento de Germoplasma de Soja com Características Adequadas para o Consumo Humano in natura e para a Indústria de Alimentos (04.0.94.321.07)

Mercedes C. Carrão Panizzi, Leones A. Almeida, Luiz C. Miranda¹, Romeu A. S. Kiihl, José M. G. Mandarino e José R. Bordingnon

Apesar do excelente valor nutritivo e disponibilidade, a soja não é amplamente consumida no Brasil. Seu sabor característico é a principal causa dessa limitação. O desenvolvimento de cultivares com características mais adequadas para o consumo humano, pode viabilizar o aumento do consumo direto, assim como a obtenção de produtos industrializados. Com estes objetivos, tem sido conduzido um programa de melhoramento genético para os caracteres de qualidade da soja, o qual inclui: melhor sabor (ausência de enzimas lipoxygenases, responsáveis pelo sabor de verde ou de feijão cru e sabor adocicado, característico da soja tipo vegetal); alto teor de proteína; redução de fatores antinutricionais; tamanho de sementes (grandes e pequenas); cor

¹ Embrapa Negócios Tecnológicos - EN Londrina.

do hilo (amarelo); e cor do tegumento (amarelo, preto, marrom, e verde). Conforme esses objetivos, o subprojeto se propõe a atender a demanda por populações segregantes e linhagens com as características mencionadas, para obtenção de cultivares com qualidades específicas para diferentes utilizações da soja.

Em janeiro-fevereiro de 1998, foram realizados 65 combinações de cruzamentos, envolvendo as características mencionadas anteriormente, e 87 combinações de cruzamentos envolvendo genótipos introduzidos através do convênio Embrapa/JIRCAS. Em 1999, outras 135 combinações de cruzamentos foram realizadas. As sementes F1 provenientes destes cruzamentos foram multiplicadas em casa de vegetação no inverno, para condução a campo das populações F2 nas respectivas safras.

Para a obtenção de sabor melhor, na safra 97/98, foram avaliadas em ensaio preliminar de 2º ano, três linhagens com ausência das isoenzimas L-2 e L-3 e três linhagens com ausência das isoenzimas L-1, L-2, e L-3. As linhagens BRM96-50186, BRM96-50190 e BRM96-50213 (ausência de L-1, L-2 e L-3) foram selecionadas para avaliação em ensaio preliminar de 2º ano. A linhagem BRM96-51862, (ausência de L-2 e L-3) selecionada para avaliação em ensaio intermediário, na safra 98/99, não foi selecionada para a safra 99/2000. As linhagens BRM 96-50190, BRM96-50186 e BRM 96-50213, continuaram em avaliação nos ensaios preliminares de 3º ano, em 1999. Das populações tipos vegetais de soja, os quais apresentam sementes grandes

e sabor adocicado, foram avaliadas 30 linhagens em ensaios preliminares de 2º ano, em 97/1998 sendo que 18 linhagens foram selecionadas para avaliação em ensaio preliminar de 2º ano na safra 98/99. Destas linhagens, treze foram selecionadas para compor o ensaio de 3º ano de avaliação preliminar na safra 99/2000.

Para a característica de alto teor de proteína foram selecionadas quatro linhagens, para avaliação em ensaios preliminares de 2º ano na safra 97/98, sendo selecionada a linhagem BRM96-50914 para avaliação em ensaio preliminar de 2º ano, na safra 98/99.

Para obtenção de cultivares com sementes pequenas, para processamento de "natto" e "moyashi" (brotos de soja), foram avaliadas 9 linhagens em ensaios preliminares de 2º ano, na safra 97/98. Seis destas linhagens foram avaliadas em ensaios preliminares de 2º ano, na safra 98/99 e quatro delas foram selecionadas para compor o ensaio de 3º ano, na safra 99/2000.

No ensaio intermediário de 1997/98, foram avaliadas as linhagens BRM94-52451 e BRM94-52273, permanecendo em avaliação no ensaio intermediário a linhagem BRM94-52273, em 1999.

Para a característica de redução do inibidor de tripsina Kunitz (fator antinutricional que interfere na digestão da proteína), em 1998, foi recomendada para cultivo comercial para os estados do Paraná e Santa Catarina a linhagem BRM92-5297. Esta linhagem recebeu a denominação de BRS 155 e apresenta um terço do teor de inibidor de tripsina das

cultivares comuns. A produtividade média da BRS 155, nos 28 ambientes onde foi testada foi 3.101 kg/ha (1,3% inferior à cultivar padrão IAS 5) (Tabela 8.2). Essa cultivar permite redução de tratamento térmico durante o processamento de soja, o que resulta na obtenção de produtos com melhor qualidade de proteína e menor custo.

A cultivar BRS 155 foi avaliada no processamento de natto pela Taishi Food Incorp. do Japão, em comparação com uma amostra de soja americana e de soja brasileira, as quais apresentam características preferenciais na produção de natto. O produto obtido com a cultivar

BS 155 foi semelhante ao das outras cultivares quanto ao sabor, textura, qualidade e composição centesimal (óleo, proteína, cinzas, carboidratos e umidade) (Tabela 8.3). Apesar do tamanho maior de sementes (ideal 8-10 g), a cultivar BRS 155 foi considerada adequada. Conforme classificação por diâmetro dos grãos, ela se enquadra ao padrão estabelecido, onde 60% do natto é produzido com grãos de 4,2 a 6,1 mm de diâmetro, e os outros 40% com grãos de 6,1 a 7,3 mm de diâmetro (Tabela 8.4). O teor de cálcio foi mais elevado na BRS 155, o que não influenciou na textura do natto (Tabela 8.5 e 8.6). Menor teor de cálcio con-

TABELA 8.2. Produtividade média (kg/ha) da linhagem BRM92-5297 obtida em ensaios de avaliações conduzidas em vários ambientes do Estado do Paraná. Embrapa Soja, 1998.

Genótipos	Avaliações			Média Cumulativa ⁴
	Intermediária ¹	Final ²	Final ³	
	1994/95	1995/96	1996/97	
BRM92-5297	3217	3120	2976	3101
FT-Guaíra	3335	3158	3194	3220
IAS-5	3237	3113	3097	3143

¹8 ambientes; ²11 ambientes; ³9 ambientes; ⁴28 ambientes.

TABELA 8.3. Composição centesimal (%) de componentes químicos de cultivares de soja, analisados por NIR (1100nm - 2400 nm). Japão, 1998.

Componentes Químicos	BRS 155	Amostra de cultivar Americana	Amostra de Cultivar Brasileira
Proteína	38,6	38,7	37,3
Lipídios	20,0	18,4	20,3
Carboidratos	35,8	38,5	36,7
Cinzas	5,5	4,3	5,7
Umidade	9,6	12,0	9,4

TABELA 8.4. Tamanho (g/100 grãos) e percentagem de distribuição dos diferentes tamanhos, conforme diâmetro (mm) dos grãos, em três cultivares de soja. Japão, 1998.

Parâmetros	BRS 155	Amostra de cultivar Americana	Amostra de cultivar Brasileira
Peso de 100 grãos (g)	13,0	8,4	10,0
Diâmetro dos grãos (mm)			
4,2 - 4,9	0,2	12,7	0,2
4,9 - 5,5	7,9	78,6	31,8
5,5 - 5,7	1,6	6,3	19,4
5,7 - 6,1	39,8	2,9	48,5
6,1 - 6,3	19,3	0,0	0,0
6,3 - 6,7	26,6	0,0	0,0
6,7 - 7,3	4,6	0,0	0,0

TABELA 8.5. Total de isoflavonóides¹ e cálcio² em três cultivares de soja. Japão, 1998.

Parâmetros	BRS 155	Amostra de cultivar Americana	Amostra de cultivar Brasileira
Isoflavonóides totais (mg/100g)	132,5	308,8	209,8
Cálcio (mg/100g)	205,8	146,1	225,1

¹ Medido por HPLC.² Medido por NIR.**TABELA 8.6. Textura do natto obtido de três cultivares de soja. Japão, 1998.**

Parâmetros	BRS 155	Amostra de cultivar Americana	Amostra de cultivar Brasileira
Peso de corte (g/grão)	45,5	48,2	52,4

¹ Medido em "rheo meter". Textura adequada medida no rheo meter, é igual a 40-60 g/grão (peso de corte).

fere textura mais macia ao produto. A coloração do natto produzido com a BRS 155 foi mais clara, o que é desejável. Sob as mesmas condições de fermentação, todas as cultivares foram semelhantes quanto à formação de fios viscosos,

o qual é critério de qualidade do natto. A cultivar BRS 155, pode portanto ser uma opção para o mercado de exportação, para utilização em processamento de natto, bem como para a indústria brasileira, permitindo processamento mais

econômico devido a redução de tratamento térmico.

Doze linhagens com características promissoras para consumo humano, foram testadas em ensaios conduzidos em Passo Fundo (RS), Campo Mourão (PR) e Cruz Alta (RS). As linhagens BRM94-51461, BRM94-51284, BRM94-50471, BRM94-50413 foram produtivas nos diferentes locais (Tabela 8.7). O teor de proteína das linhagens está na Tabela 8.8. A linhagem BRM95-50570 que apresenta grãos grandes com hilo amarelo, foi considerada boa para processamento de "tofu", pela Taishi Food Incorp.

Em 1998, cinco linhagens [BRM95-51635 A (sementes pequenas / natto),

BRM96-50293 (alto teor proteína), BRM94-52273, BRM94-52461 e BRM95-50570], foram selecionadas para produção de semente genética. Em 1999, foram colhidos blocos de semente genética da linhagem BRM95-51635A e linhas das linhagens BRM94-52273, BRM96-50570 e da BRM95 50413. Foram colhidas plantas das linhagens BRM96-50430, BRM96-51317, BRM96-50459, BRM95-50363, BRM96-51284, BRM95-50570, BRM96-51864, BRM96-50336, BRM94-51461, BRM96-50565, BRM95-50471, BRM95-50592, BR95-50413, BRM95-57836A, BRM96-50186, BRM96-50213, BRM95-50385.

Em 1999, quinze linhagens do pro-

TABELA 8.7. Rendimento médio (Kg/ha) de linhagens de soja para o consumo humano avaliadas em três locais, 1998.

Linhagens*	Passo Fundo ¹	Cruz Alta ²	Campo Mourão ³
Embrapa 137	3236a	—	—
BRM94-51461	2561 b	2528a	3813
BRM96-51284	2459 b	2212abcd	4125
BRM95-50471	2459 b	2240abcd	3908
BRM95-50385	2459 b	1637 ef	3625
FT-Abyara	2428 b	—	—
BRM95-50570	2408 b	1781 def	3392
BRM95-51635	2351 b	1858 cdef	2979
BRM95-50413	2312 bc	2336ab	3304
BRM94-52273	2311 bc	1886 bcdef	2575
BRM96-51864	2212 bcd	—	2796
BRM95-50365	2058 bcd	—	—
BRM95-57836	1729 cd	1444 f	3229
BRM95-50592	1624 cd	2259ab	—
FT-Saray	—	2125abcd	—
RS-Jacuí	—	2084abcde	—
CV (%)	15,72	14,69	

* Médias seguidas por letras iguais nas colunas não são estatisticamente diferentes.

¹ Semeadura 10/12/97 - Teste de Tukey (5%).

² Semeadura 08/12/97 - Teste de Duncan (5%).

³ Semeadura 20/11/97.

TABELA 8.8. Teor médio (%) de proteína em linhagens de soja para o consumo humano, 1998.

Linhagens	Londrina		Campo Mourão		Passo Fundo		Cruz Alta	
	Proteína	Óleo	Proteína	Óleo	Proteína	Óleo	Proteína	Óleo
BRM95-51635A	42,45	21,80	44,03	19,47	38,93	21,03	41,42	20,44
BRM95-50385	39,10	25,19	42,08	22,26	36,19	21,95	40,40	22,26
BRM95-50570	37,57	25,12	42,61	23,37	40,34	23,45	41,10	22,65
BRM95-50413	41,47	25,87	42,87	24,24	39,08	22,76	42,06	21,46
BRM95-50471	40,30	24,50	40,15	21,71	37,72	20,13	40,49	21,01
BRM95-57836	46,04	24,68	45,06	21,36	39,82	23,70	38,38	20,58
BRM95-50565	38,59	24,93	41,88	21,46	—	—	41,11	22,37
BRM96-51284	37,30	22,77	40,35	21,71	37,31	22,26	38,42	21,77
BRM94-52273	40,75	21,75	44,21	21,70	41,31	19,19	41,0	24,77
BRM95-50592	35,44	25,46	—	—	37,49	23,79	36,84	23,10
BRM95-50363	39,8	23,97	—	—	—	—	36,84	23,16
BRM94-51461	40,17	22,23	39,53	20,99	40,51	23,46	—	—
BRM94-51491	—	—	—	—	—	—	38,25	20,42
BRM94-52451	38,04	24,65	—	—	—	—	—	—
BRM96-50213	38,62	26,26	—	—	—	—	—	—
BRM96-50293	46,09	16,16	—	—	—	—	—	—
BRM96-51864	42,10	23,43	41,12	22,49	36,37	23,69	—	—
BRM96-50290	45,61	19,79	—	—	—	—	—	—
BRM96-51317	41,85	22,12	—	—	—	—	—	—
BRM96-50459	41,21	23,10	—	—	—	—	—	—
BRM96-50336	44,50	18,14	—	—	—	—	—	—
BRM96-50186	39,89	23,74	—	—	—	—	—	—

grama foram selecionadas para avaliação de rendimento, sob sistema orgânico e convencional em Londrina, Ponta Grossa e Capanema (PR), Campos Novos e Palmas (SC).



8.3 Desenvolvimento de Germoplasma de Soja com Alta Qualidade Fisiológica de Semente (04.0.94.321-09)

Milton Kaster, Romeu A. S. Kiihl e
Francisco C. Krzyzanowski

As condições de altas temperatura e umidade do ar que predominam nas regiões tropicais dificultam a produção e a preservação de sementes de soja com os padrões desejáveis de vigor e de capacidade germinativa. Considerando, porém, a existência de variabilidade genética em relação à qualidade fisiológica da semente (QFS), a Embrapa Soja vem desenvolvendo um programa específico de melhoramento genético quanto a essa característica.

A estratégia utilizada neste trabalho, até 1994, foi a internalização de genes

condicionadores de QFS, disponíveis basicamente em germoplasma oriundo de países asiáticos. O germoplasma receptor era constituído por cultivares brasileiras bem adaptadas às várias regiões produtoras. A partir de 1996, passaram a ser utilizadas, como fontes de QFS, linhagens obtidas neste programa e novas cultivares brasileiras identificadas como de boa QFS.

As gerações segregantes têm sido avançadas pelo método de populações. A partir da terceira ou quarta geração, as populações e linhagens têm sido distribuídas a outros Centros da Embrapa e a instituições estaduais para seleção local. Para atender o Paraná e estados limítrofes, o processo de seleção é realizado na quinta geração, na Embrapa Soja.

Nos últimos quatro anos, o trabalho de melhoramento para qualidade de sementes foi enfocado sob três aspectos: 1) obtenção de novas fontes de QFS, através de seleção recorrente e de combinações dialélicas; 2) introdução de genes de QFS em cultivares elite, através de retrocruzamentos; e 3) introdução de genes de QFS em cultivares novas, através de retrocruzamentos modificados.

No programa de seleção recorrente combinou-se a cv. Embrapa 20 com quatro linhagens selecionadas em 1989 (BRS 89) para QFS. Atualmente, estão semeadas, em campo, as populações F5 desses cruzamentos, visando a seleção de plantas e o estabelecimento de progênie para o início do segundo ciclo de seleção recorrente. A segunda etapa da obtenção de fontes genéticas de QFS teve

início em 1999, procedendo-se combinações dialélicas entre oito genótipos: as quatro populações obtidas na etapa anterior, a população 'Embrapa 20 x FT Canarana' e as cvs. Embrapa 62, OCEPAR 16 e FT 106. Foram realizadas, em casa-de-vegetação, as 28 combinações e o avanço da geração F1 e, em campo, a semeadura das sementes F2. Além da seleção habitual segundo parâmetros fisiológicos (emergência e vigor) e físicos (integridade do tegumento), será acrescentado o teor de lignina no tegumento, fator preponderante na resistência do grão a danos mecânicos, o que lhe confere qualidade como matéria prima industrial.

O melhoramento de cultivares elite conta, atualmente, com o seguinte material: a) 18 populações F4, resultantes de retrocruzamentos envolvendo as cvs. EMGOPA 308 (RCH), EMGOPA 313 (RCH) (respectivamente BRSGO Bela Vista e BRSGO Jataí) e MT/BR 53 - Tucano, e seis fontes de QFS (quatro linhagens BRS 89 e as cvs. Embrapa 20 e FT Canarana); b) cinco populações F3 resultantes de trabalho semelhante realizado com a cv. BRSMa Seridó RCH; c) outras 15 populações F3, em que foram trabalhadas as cvs. Embrapa 63 - Mirador, BRSMa Parnaíba e BRS Sambaíba, porém com cruzamentos simples.

A introdução de QFS em cultivares novas gerou as seguintes populações: a) dez populações F5, obtidas a partir das cvs. MT/BR 50 - Parecis / 51 - Xingu / 52 - Curió, BR/EMGOPA 314 - Garça Branca e Embrapa 33 - Cariri RC; b) 44 populações F4, envolvendo cultivares da região

centro-norte - latitude menor que 20°S (BR 9 - Savana, Embrapa 9 - Bays, Embrapa 34 - Teresina RC, MG/BR 46 - Conquista, MT/BR 47 - Canário, MG/BR 48 - Garimpo RCH, BRS Celeste / Carla, BRSMG Renascença / Confiança / Segurança, BRSMS Lambari / Mandi / Surubi, BRSMU Uirapuru e BR/IAC 21) e sete da região centro-sul - latitude maior que 20°S (Embrapa 48 / 58 / 132 / 133 / 134 / 137 / 138); c) 26 populações F2, envolvendo cultivares da região centro-norte (BRS Milena, BRSGO Goiatuba / Catalão, BRSMU Pati, BRSMG 68 / Liderança, BRSMS Apaiaí / Carandá / Piapara / Bacuri / Taquari / Campo Grande/ Tuiuiú / Piraputanga, BRSMU Pintado / Crixás) e dez populações F2, de cultivares da região centro-sul (BRS 153 / 154 / 155 / 156 e 157). As fontes de QFS utilizadas nesses três anos foram: a) para a região centro-norte: quatro linhagens BRS 89 mencionadas anteriormente, populações oriundas do cruzamento de Embrapa 20 com essas linhagens e as cvs. Embrapa 20 / 30 / 62 e FT 106; b) para a região centro-sul: Embrapa 62 e OCEPAR 16.

Foram selecionadas, em 1999, 1.066 linhagens BRS 99 para Avaliação Preliminar - 1º Ano, no campo experimental da Embrapa Soja. Essas linhagens originaram-se de 36 retrocruzamentos modificados realizados em 1994 com o objetivo de transferir genes de resistência ao nematóide de cisto das cvs. Hartwig, Centennial e Sharkey para populações QFS da Embrapa Soja.

Uma linhagem selecionada na população 91S-20, desenvolvida neste subprojeto, foi lançada pela Embrapa, em

1999, para cultivo em regiões de baixa latitude (Tocantins, Maranhão, Piauí e Roraima). Trata-se da cv. BRSMU Tracajá, originada do cruzamento FT Abyara x [(OCEPAR 93 x Dourados) x BR85-206], de ciclo precoce e de ótima qualidade de semente.



8.4 Desenvolvimento de Germoplasma de Soja Resistente a Insetos (04.0.94.321-10)

Carlos A. A. Arias, José F. F. de Toledo, Clara Beatriz H. Campo, Décio L. Gazzoni e Rodrigo L. Brogin¹

O desenvolvimento de tecnologias limpas e sustentáveis para aumentar a produtividade e qualidade de grãos em soja, é um objetivo estratégico para a Embrapa Soja. Insetos-praga da soja como as lagartas e os percevejos tem a capacidade de provocar perdas significativas na cultura. Quando algumas medidas preventivas de controle não são tomadas e as condições ambientais beneficiam a reprodução desses insetos, rapidamente o problema se instala na lavoura e o controle químico é inevitável. Nestes casos, o custo a ser pago não é só o da aplicação do inseticida, mas também, o efeito sobre outros insetos benéficos e da contaminação ambiental. No caso de ataques por percevejos fitófagos, mesmo sob populações de insetos não muito altas, a qualidade e a produtividade de grãos podem ser seriamente comprome-

¹ Universidade Estadual de Londrina.

tidas. A disponibilização de cultivares de soja com resistência a insetos interagindo com outras medidas de controle dentro de um programa de manejo integrado de pragas é a solução ideal para o problema. A grande dificuldade nesse caso é aliar, nos mesmos genótipos, duas características poligênicas e de baixa herdabilidade: resistência a insetos e alta produtividade. Outro problema importante a ser considerado é a natureza não uniforme do ataque dos percevejos que pode mascarar os testes de resistência realizados no campo experimental. Assim, o objetivo deste subprojeto é desenvolver linhagens e cultivares de soja com boas características de resistência a insetos, alta produtividade e adaptadas às várias regiões de cultivo.

No Estado do Paraná as progênes derivadas do programa para resistência a insetos são submetidas ao ataque de insetos ao nível de campo experimental. A pressão de insetos sobre elas é promovida pela escolha da época de plantio e pela semeadura de extensas áreas de bordadura de ciclos de maturação variáveis nas bordas e no interior da área experimental. Essa bordadura tem dupla função: facilitar a multiplicação dos insetos e distribuí-los uniformemente entre os materiais sob melhoramento. No início de 1997, novos bulks em F5 provenientes desse germoplasma foram avaliados quanto à resistência ao cancro da haste. Cerca de 82 bulks, com alta frequência de plantas resistentes, foram semeados, em 21/10/97, para seleção de plantas individuais. Foram selecionadas, aproximadamente, 300 plantas de cada

bulk, dando origem a 20.400 progênes de plantas individuais. Essas progênes foram semeadas entre 4 e 6 de novembro de 1998 em Londrina, PR, e 2000 linhagens foram selecionadas. Essas 2000 linhagens foram semeadas em outubro e novembro de 1999 para uma avaliação preliminar da produtividade e servirão de material base para outros projetos. Foram armazenados, em câmara, mais 55 bulks considerados medianamente resistentes, os quais foram semeados na safra 1999/2000 para a seleção de plantas individuais, permitindo a continuidade do programa.

Concomitante aos ensaios de produtividade, foram conduzidos experimentos de campo objetivando comparar linhagens provenientes de cruzamentos entre cultivares comerciais e fontes de resistência a insetos. Os ensaios foram divididos nos grupos de maturação precoce, médio e tardio. A partir do início da formação de vagens, foram efetuadas amostras semanais da população de percevejos presentes nos ensaios, tendo sido efetuada uma aplicação de inseticida para controle dos mesmos sempre que a população ultrapassou o limite de quatro percevejos por metro, equivalente ao dobro do nível de danos recomendado pela Embrapa Soja. Considerando-se os parâmetros de produtividade, danos às sementes, germinação e vigor obtidos nas safras 1994/95, 1995/96 e 1996/97, destacaram-se, como os que reúnem melhores condições para testes mais avançados, os genótipos: BRT91-10657, BRT91-14999, BRT91-10378, BRQ94-07277, BRQ94-07951, BRQ94-07287 e BRQ95-799

(precoce); BRQ93-357, BRQ94-7898 e BRQ95-2412 (médio); e BRQ93-11, BRQ93-360, BRQ95-2193 e BRQ95-2194 (tardio). A BRQ94-07287 e BRQ95-799 foram as linhagens que participaram dos ensaios intermediários em 1996/97 e 1997/98, respectivamente.

As populações destinadas a outras regiões são enviadas para obtenção "in loco" das progênies. Foram enviadas populações segregantes para Mato Grosso, as quais foram multiplicadas no inverno de 1998, e estão sendo avaliadas na Fazenda SM2 em Rondonópolis (MT) e na Fazenda Bahia em Pedra Preta (MT). As sementes multiplicadas foram redistribuídas para os parceiros dos estados do MS, BA, GO, DF, MG, RO e MA. Os bulks enviados para as regiões de baixa latitude apresentaram média para altura de plantas abaixo do ideal necessário para demonstrar bons níveis de produtividade. Essas informações foram utilizadas para a programação de novos cruzamentos, incluindo genes para florescimento tardio em condições de dias curtos, o que permitirá a obtenção de populações melhor adaptadas para essas condições.

As metas do subprojeto vêm sendo alcançadas conforme o esperado. As linhagens derivadas desse germoplasma tem apresentado boa adaptação e níveis de produtividade relativamente elevados, bem diferentes das PI's que serviram como doadoras dos genes de interesse no início do programa. A resistência desses materiais é menor quando comparadas com as PI's, entretanto, a presença de níveis diferenciados de resistência foi comprovada nas avaliações de campo e

de laboratório, e deverão atender a nichos específicos do agronegócio da soja como o da "soja limpa" e da "soja orgânica".



8.5 Desenvolvimento de Genótipos Tolerantes ao Complexo de Acidez do Solo e com Alta Eficiência na Utilização de Nutrientes (04.094.321-11)

Orival Gastão Menosso, Luiz Carlos Miranda¹
e Pedro Moreira da Silva²

Os solos tropicais e subtropicais em geral são ácidos, com predominância de elementos tóxicos como o alumínio e o manganês e apresentam deficiência de elementos minerais nutritivos. Os solos agricultáveis das áreas tradicionais também sofrem acidificação por vários fatores.

A obtenção de genótipos de soja tolerantes a solos ácidos e com alta eficiência na utilização de elementos nutritivos é o objetivo desse subprojeto e surge como a solução mais econômica e com possibilidade de estabilidade de produção mesmo nas condições em que há deficiência moderada desses elementos no solo.

Foram utilizadas as áreas experimentais da Embrapa - Negócios e Produção de Sementes Básicas, em Ponta Grossa, PR, com solos ácidos e com altos índices de saturação de alumínio (70% a 78%) e baixos teores de elementos minerais nutritivos e da Embrapa - Soja, em Londrina

¹ Embrapa Negócios Tecnológicos - EN Londrina

² Embrapa Negócios Tecnológicos - EN Ponta Grossa

na, PR, com solos corrigidos e fertilizados, para conduzir os ensaios.

Nos anos agrícolas de 1993/94 a 1998/1999, foram realizados 29 ensaios visando atender os objetivos propostos. Os ensaios preliminares foram compostos por linhagens provenientes das seleções efetuadas, em solos ácidos e em solos corrigidos e fertilizados visando a melhor produtividade nestes ambientes e resistência às principais doenças inoculadas a campo ou de ocorrência natural. Os padrões de comparação foram BR-16, BR-37 como padrões de produtividade e BR-23 como padrão de suscetibilidade ao cancro da haste. Utilizou-se o delineamento aumentado e a parcela foi constituída de uma linha de 3,0 m, espaçada de 0,50 m lateralmente. Dividiu-se o ensaio em grupos de maturação identificados como precoce (L), semiprecoce (M), médio (N) e semitardio (O). Foram avaliadas 4148 linhagens e destas, 709 superaram os padrões de comparação. Estas linhagens foram encaminhadas ao programa geral de melhoramento da Embrapa Soja, para as avaliações em vários ambientes da rede de teste. O percentual de seleção para produtividade foi de aproximadamente 17%.

Para atender a demanda de populações foram geradas 257 e utilizou-se de 55 genótipos nos cruzamentos, com tolerância a solos ácidos, ao alumínio e produtivos, com ampla adaptação e com resistência às principais doenças, para a confecção destas populações. A seleção de plantas tolerantes a solos ácidos foi efetuada em Ponta Grossa, PR em populações estabelecidas nesses solos, efe-

tuando-se o plantio à máquina e procurando-se obter uma alta densidade de plantas, para que a seleção natural pela grande competitividade entre as plantas favorecesse as mais aptas e eficientes na utilização dos escassos nutrientes e do espaço por luz. A seleção das plantas tolerantes foi realizada visando a maior carga de vagens e o maior desenvolvimento vegetativo. Das 257 populações, foram utilizadas nesses ensaios, 164 populações perfazendo um percentual de uso e acerto das melhores, de aproximadamente 64%. Destas 164 populações foram extraídas 37906 plantas, as quais foram reduzidas a 31099 progênes, em função de melhor qualidade de semente. Na seleção das melhores plantas e/ou progênes, obteve-se um percentual de seleção de 82%.

O teste de progênes, visando identificar tolerância a solos ácidos foi também realizado em Ponta Grossa. As progênes foram estabelecidas em uma linha de 1 m cada, espaçada de 0,50 m e utilizaram-se 25 sementes nesta área. Os padrões de comparação foram FT-2, de seleção em IAS 5, IAC-13, de Paraná x IAC73-231 e Invicta, de Lancer x Essex. Foram utilizadas 31099 progênes e delas foram extraídas 4905 linhagens tolerantes a solos ácidos, perfazendo um percentual de aproveitamento de 16%.

Na identificação de fontes de tolerância a solos ácidos foram realizados 10 ensaios com as cultivares de soja recomendadas no país, nas condições de solos ácidos de Ponta Grossa. A parcela era constituída de quatro linhas de semeadura com 3,0 m de comprimento e

espaçadas de 0,50 m; com três repetições. O delineamento foi o de blocos ao acaso e as cultivares foram agrupadas em precoce (L), semiprecoce (M), médio (N), semitardio (O) e tardio (P). Foram realizados ensaios em 1995/96 com 199 cultivares e em 1997/98 com 231 cultivares. A primeira avaliação, as cultivares mais produtivas em solo ácido e que se destacaram foram no grupo L, IAS 4 com 718 kg/ha (26 cm de altura); no grupo M, BR-36 com 857 kg/ha (33 cm); no grupo N, IAC-19 com 1035 kg/ha (46 cm) e OCEPAR 19 (Cotia) com 1033 kg/ha (41 cm); no grupo O, Nova IAC-7 com 991 kg/ha (43 cm); e, no grupo P, CAC-1 com 1076 kg/ha (43 cm). O grupo L apresentou a produção média de 499 kg/ha, (altura de 29 cm); o grupo M, 659 kg/ha (30 cm); o grupo N, 709 kg/ha (32 cm); o grupo O, 642 kg/ha (36 cm); e, o grupo P, 569 kg/ha (39 cm). Em solo corrigido e fertilizado as cultivares mais produtivas foram no grupo L, OCEPAR 11 com 4327 kg/ha (78 cm de altura); no grupo M, IAS 5 com 4000 kg/ha (74 cm); no grupo N, BR-30 com 4327 kg/ha (77 cm); no grupo O, Cobb com 3260 kg/ha (85 cm); e, no grupo P, CAC-1 com 2976 kg/ha (88 cm). O grupo L apresentou a produção média de 3145 kg/ha (altura de 72 cm); o grupo M, 3081 kg/ha (75 cm); o grupo N, 2995 kg/ha (81 cm); o grupo O, 2254 kg/ha (84 cm); e, o grupo P, 1628 kg/ha (90 cm). A produtividade média apresentada em solo ácido, foi de 615 kg/ha, a altura de planta de 33 cm e o ciclo de maturação de 134 dias e, em solo corrigido e fertilizado, foi de 2621 kg/ha, a altura de planta de 80 cm e o

ciclo de maturação de 139 dias. Portanto, o solo ácido condiciona uma redução de 77% na produtividade, 63% na altura de planta e 4% no ciclo de maturação. As 20 cultivares mais produtivas em solo ácido foram CAC-1 (1076 kg/ha), IAC-19 (1035 kg/ha), OCEPAR 9-SS1 (1033 kg/ha), Nova IAC-7 (991 kg/ha), BR-30 (924 kg/ha), IAC-8 (903 kg/ha), BR-23 (901 kg/ha), IAC-20 (899 kg/ha), Cobb (898 kg/ha), RS 5-Esmeralda (883 kg/ha), EMBRAPA 48 (866 kg/ha), IAC-4 (863 kg/ha), FT-14 (Piracema) (861 kg/ha), EMBRAPA 3 (858 kg/ha), BR-36 (857 kg/ha), BR-15 (Mato Grosso) (849 kg/ha), BR-40 (Itiquira) (845 kg/ha), IAC-100 (841 kg/ha), BR-29 (Londrina) (833 kg/ha) e IPAGRO-21 (830 kg/ha). Houve coincidência de melhores produtividades em ambos ambientes, com BR-30, IAC-20, EMBRAPA 48, FT-14 (Piracema) e BR-29 (Londrina). Todas as 20 cultivares mais produtivas em solo ácido podem ser utilizadas como fonte de tolerância a solos ácidos. Na segunda avaliação as mais produtivas foram MG/BR-46 (Conquista) do grupo O, com 2522 kg/ha, Embrapa 133 do grupo M, com 2417 kg/ha, Embrapa 60 do grupo N, com 2365 kg/ha, BR-9 (Savana) do grupo O, com 2298 kg/ha, Emgopa 306 (Chapada) do grupo M, com 2280 kg/ha, FT-100 do grupo O, com 2257 kg/ha, Emgopa 304 (Campeira) do grupo M, com 2233 kg/ha, Ocepar 14 do grupo L, com 2231 kg/ha, FT-14 (Piracema) do grupo N, com 2223 kg/ha e Ocepar 10 do grupo L, com 2196 kg/ha. Todas as dez cultivares podem ser utilizadas como fonte de tolerância a solos ácidos.

8.6 Avaliação de Linhagens de Soja quanto a Tolerância ao Alumínio Tóxico e Eficiência na Utilização de Fósforo (04.0.94.321-12)

Antonio Eduardo Pípolo e
Warney Mauro da Costa Val

Grande esforço tem sido feito com o objetivo de corrigir o solo e fornecer condições ideais de fertilidade e pH para o desenvolvimento das plantas. Isso, na prática, tem sido válido para poucos países, em que adubo, calcário e óleo diesel são relativamente baratos. Analisando a realidade das propriedades, encontramos situações ideais, intermediárias e insuficientes quanto a correção da acidez e adubação. A acidez limita o desenvolvimento das raízes e a ação das culturas na absorção de água e nutrientes.

Uma das opções mais promissoras para a solução do problema é a utilização da variabilidade genética, selecionando plantas tolerantes ao estresse mineral dos solos. A semeadura de cultivares tolerantes ao alumínio tóxico pode trazer grande contribuição na solução do problema, além de ser prática que conserva energia, é mais barata a longo prazo e ecologicamente limpa. No caso do fósforo, uma das medidas para aumentar a eficiência da adubação, é a semeadura de plantas mais eficientes na utilização do elemento.

O objetivo desse trabalho foi o de caracterizar linhagens de soja quanto a eficiência e resposta à calagem e à adubação fosfatada, medida através da produtividade de grãos, integrando um conjunto de informações demandadas pela Assistência Técnica e Extensão Rural,

permitindo assim a exploração adequada do potencial das cultivares lançadas pela Embrapa Soja.

Os experimentos foram instalados nos municípios de Ponta Grossa e Campo Mourão, em condições de campo, utilizando-se o delineamento experimental em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições, onde as parcelas foram compostas por níveis de calcário, as subparcelas por níveis de fósforo e as sub-subparcelas por linhagens promissoras do ensaio final do Programa de Genética e Melhoramento da Embrapa Soja para o Paraná.

Como critério para caracterização dos genótipos quanto a sua eficiência e resposta, foi utilizada a metodologia proposta por Centro Internacional de Agricultura Tropical (1978). Essa metodologia baseia-se na produtividade de grãos obtida com baixos níveis de um determinado elemento, associado a um fator eficiência

$$FE = \frac{\text{produção c/ insumo} - \text{produção s/ insumo}}{\text{quantidade do insumo aplicado}}$$

que é o incremento obtido na produtividade, quando se aplica uma determinada dose do insumo. Os genótipos que, na ausência do insumo, produziram acima da média do grupo foram classificados como Eficientes(E) e os que produziram abaixo da média do grupo, como Não Eficientes (NE). Os genótipos que apresentaram FE maior que a média do grupo foram classificados como Responsivos(R) e os que apresentaram FE menor que a média do grupo, como Não Responsivos (NR).

Também foi calculado o índice de eficiência de produção de grãos (IPG) sendo:

$$\text{IPG} = \frac{\text{produção c/ baixo nível de fertilidade}}{\text{produção média do exp. c/ baixo nível de fertilidade}} \times \frac{\text{produção c/ alto nível de fertilidade}}{\text{produção média do exp. c/ alto nível de fertilidade}}$$

produção média do exp. com baixo nível de fertilidade produção média do exp. com alto nível de fertilidade onde os genótipos com IPG maior que 1,0 foram considerados eficientes, de 0,5 a 1,0 moderadamente eficientes e menores que 0,5 não eficientes.

O primeiro grupo de genótipos foi avaliado nas safras 1993/94, 1994/95 e 1995/96 em Ponta Grossa. As cultivares BR-37 e Embrapa 48, classificadas como ENR, apresentaram comportamento semelhante, com as melhores produtividades na ausência de calcário e com fósforo médio, o que indica que esses genótipos apresentam maior tolerância ao complexo de acidez do solo. Na presença de calcário, também apresentaram bons rendimentos, mostrando que podem ser semeadas em solos com média a alta fertilidade. Essas duas cultivares apresentaram IPG de 1.10 e 1.09 respectivamente. As cultivares, BR-30 e Embrapa 1, tiveram comportamento semelhante, mas com potencial produtivo sempre um pouco mais baixo.

As cultivares BR-16 e Embrapa 59, classificadas como ER, apresentaram me-

lhores resultados quando foram semeadas em solo onde foi efetuada a calagem, devendo ser recomendadas preferencialmente para essa situação, assim como, a cultivar BR-36, que obteve a maior resposta a calagem. As cultivares BR-38 e Embrapa 4 foram classificadas como NENR não sendo competitivas na ausência de calcário, nem na presença do insumo. Todas as cultivares classificadas como eficientes, tiveram IPG acima de 1, mostrando-se mais equilibradas.

Na ausência de calcário e nos níveis P1 e P3 de fósforo as cultivares BR-37, Embrapa 59 e Embrapa 48, foram as únicas classificadas como eficientes e a BR-37 a única classificada como eficiente e responsiva. Essas cultivares também apresentaram IPG acima de um. A cultivar BR-16 apresentou a maior resposta a adubação fosfatada e boa produtividade dentro do nível P3 de fósforo, confirmando seu melhor desempenho em condições de melhor fertilidade, quando comparada com as demais. A cultivar BR-36, novamente, não apresentou bons resultados na ausência de calcário.

Na presença de calcário e nos níveis P1 e P3 de fósforo as cultivares que foram classificadas como eficientes, tiveram IPG acima de um. As cultivares BR-16 e BR-37 foram as únicas classificadas como ER. Esses resultados vêm confirmar, que devido às grandes respostas da cultivar BR-16 aos insumos aplicados, essa deve ser semeada preferencialmente em solos corrigidos e com níveis suficientes de fósforos, o mesmo acontecendo com a cultivar BR-36. As cultivares BR-37, Embrapa 59 e Embrapa 48, apre-

sentaram rendimento sempre acima da média do grupo, em todas as situações avaliadas; as demais cultivares avaliadas apresentaram desempenho inferior, não se mostrando competitivas, nas condições em que foi realizado o experimento.

O segundo grupo de genótipos foi avaliado nas safras 1994/95, 1995/96 e 1996/97 também em Ponta Grossa. Quanto à eficiência na produção de grãos na ausência de calcário, e a sua resposta à aplicação do insumo, dentro da média dos níveis de fósforo, as cultivares BRS 133 e Embrapa 60 foram classificadas como ER, pois apresentaram produtividades acima da média do grupo na ausência de calcário e respostas maiores que a média do grupo com a aplicação do insumo. As cultivares BRS 134, BR-37 e Embrapa 62 foram classificadas como ENR, pois foram eficientes na ausência de calcário mas obtiveram resposta abaixo da média do grupo na presença do insumo. Dentro desse grupo destacou-se a cultivar BRS 134 que obteve a maior produtividade sem calcário em níveis médios de fósforo e, na presença de calcário, obteve rendimento acima da média do grupo. As cultivares Embrapa 58, BR-16 e BRS 132 foram classificadas como NER, devendo ser semeadas preferencialmente em solos corrigidos para a acidez, sendo que a cultivar Embrapa 58, apresentou a maior resposta à calagem e rendimento acima da média do grupo na presença do insumo. A cultivar Embrapa 61 foi classificada como NENR. As cultivares Embrapa 133 e Embrapa 134 apresentaram os maiores valores de Índice de Produção de Grãos

confirmando a classificação de eficientes e mostrando-se equilibradas.

Quanto à eficiência na utilização de fósforo na ausência de calcário, os genótipos classificados como Eficientes, apresentam maior capacidade de aproveitamento do fósforo na ausência de calcário. Foram destaque as cultivares BRS 133 e Embrapa 62, classificadas como ER pois produziram acima da média do grupo com fósforo baixo e responderam à aplicação do insumo. Os genótipos BR-37, Embrapa 61 e Embrapa 58 foram classificados como ENR. Esses resultados vem confirmar informações preliminares quanto a maior rusticidade das cultivares BRS 133, Embrapa 62, BR-37 e Embrapa 61. As cultivares BRS 134, BRS 132 e BR-16, não foram eficientes, mas responderam à adubação fosfatada, sendo classificadas como NER, devendo ser semeadas preferencialmente em solos com fósforo médio a alto. A cultivar Embrapa 60 foi classificada como NENR mostrando que deve ser semeada somente em solos corrigidos e com níveis médio a alto de fósforo. As cultivares BRS 133 e BR-37 apresentaram os maiores índices de produção de grãos, confirmando sua maior eficiência na utilização de fósforo na ausência de calagem.

Quanto à eficiência na utilização de fósforo na presença de calcário, as cultivares Embrapa 60 e BRS 134 foram classificadas como ER pois produziram acima da média do grupo com fósforo baixo e responderam à aplicação do insumo, confirmando novamente que são genótipos que devem ser semeados preferencialmente em solos corrigidos, pois são mais

competitivos nessa situação. Os genótipos Embrapa 61 e BRS 133 foram classificados como eficientes, apresentando boa capacidade de utilização de fósforo, como já foi verificado anteriormente, mas não responderam a aplicação do insumo. Os genótipos Embrapa 58, BR-37 e Embrapa 62, foram classificados como NER, pois produziram abaixo da média do grupo com fósforo baixo, mas responderam à aplicação do insumo. Os genótipos BRS 132 e BR-16 foram classificados como NENR. A cultivar BRS 133 apresentou o maior Índice de Produção de Grãos, mostrando que tanto na situação sem calagem como na situação com calagem, foi o genótipo mais equilibrado. A cultivar Embrapa 60 apresentou o segundo maior índice confirmando o bom desempenho nas situações com calagem.

Em Campo Mourão os genótipos foram avaliados nas safras 1994/95 a 1997/98. Quanto a eficiência na produção de grãos na ausência de calcário, e a sua resposta à aplicação do insumo, todas as cultivares que apresentaram IPG acima de 1 (um) foram eficientes pois produziram acima da média do grupo na ausência de calcário. Como relatado anteriormente, as cultivares Embrapa 48 e BRS 133 apresentaram certa tolerância ao complexo de acidez do solo e as cultivares BR-16 e BRS 132 e Embrapa 59 devem ser semeadas em solo corrigido, pela resposta obtida com o incremento de calcário.

Quanto a eficiência e resposta a fósforo na ausência de calcário, novamente

destacaram-se as cultivares Embrapa 48 e BRS 133, que também apresentaram os maiores IPGs, 1.28 e 1.12 respectivamente.

Quanto a eficiência e resposta a fósforo na presença de calcário o destaque foi a cultivar BRS 133 com o maior IPG e a classificação de ER. BR-16 e BRS 132 mostraram mais uma vez que apresentaram melhor comportamento em solo corrigido, assim como a Embrapa 59.

O trabalho permitiu fazer essas indicações para a maioria dos genótipos. Os dois genótipos que mais se destacaram nos experimentos foram Embrapa 48 e BRS 133. Por serem mais eficientes, tem maior adaptação aos diferentes níveis de fertilidade e pelo potencial de rendimento, são também competitivos em solos de alta fertilidade. Provavelmente serão os dois genótipos mais semeados no Paraná nos próximos anos. Por outro lado, as cultivares BR-16, Embrapa 59 e BRS 132 devem ser semeadas em solo corrigido e com teores de fósforo de médio a alto. Também a cultivar BR-37 apresentou tolerância ao complexo de acidez do solo, constatação já disponível na literatura.

Como pode ser observado, a metodologia foi eficiente em separar os genótipos segundo sua eficiência e resposta. A assistência técnica de posse destas informações pode maximizar os resultados dos agricultores, indicando a cultivar correta para cada condição de fertilidade.

8.6 Caracterização de Cultivares e Linhagens de Soja Quanto a Época de Semeadura (04.0.94.321-13)

Warney Mauro da Costa Val e
Edson Feliciano de Oliveira¹

A qualidade de sementes de soja, é muito influenciada por fatores ambientais principalmente a temperatura e a disponibilidade de água. As regiões produtoras de soja do Paraná variam quanto a distribuição de chuvas e a temperatura, o que implica em maior ou menor incidência de doenças nas cultivares. Por esse motivo, é necessário o zoneamento das cultivares para a produção de grãos de alto valor nutritivo e com ótima qualidade de sementes. Este subprojeto tem por objetivo determinar as melhores épocas de semeadura e população de plantas para as cultivares desenvolvidas pela Embrapa Soja nas principais regiões produtoras do Paraná.

8.6.1. Resposta de cultivares de soja recomendadas para o Estado Paraná a diferentes épocas de semeadura

No ano agrícola de 1999/1999, o trabalho foi instalado em área experimental da Embrapa Soja e constou de um experimento com nove cultivares de soja recomendadas para o Estado do Paraná, semeadas em cinco épocas, de setembro a dezembro. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, onde a parcela foi a época de semeadura e a subparcela as cultivares. Foram utilizadas quatro repe-

tições, e cada parcela foi constituída de quatro fileiras de comprimento, espaçadas de 0,50m com 18 sementes por metro linear. Foram analisadas as seguintes características agronômicas: produção de grãos, peso de 100 sementes, altura de planta e altura de inserção da primeira vagem. Na média geral de cada época, foi observado que as quatro primeiras épocas, 25/09, 15/10, 05/11 e 25/11, não diferiram significativamente entre si, mas diferiram da semeadura realizada no mês de dezembro (15/12), que foi sempre a pior. Dentre as cultivares observadas, as melhores foram EMBRAPA 48, BRS 133 e BRS 157, com produções acima de 3200 kg/ha.

Resposta de genótipos de soja BRS's e CD's semeados em quatro épocas.

Com a colaboração da COODETEC e da AGRARIA, no ano agrícola de 1998/1999, o presente trabalho instalado em cinco locais, a saber: Londrina, Ponta Grossa, Cascavel, Palotina e Guarapuava. Como no ano anterior, foram testadas 15 cultivares de soja, sendo seis cultivares da Embrapa Soja, seis cultivares da COODETEC e três padrões pertencentes aos ciclos de maturação precoce, semiprecoce e médio. O delineamento experimental foi blocos casualizados com parcelas subdivididas, onde a parcela foi a época de semeadura e a subparcela os genótipos. Utilizaram-se quatro épocas de semeadura, no período de outubro a dezembro. Foram feitas quatro repetições. Cada subparcela era constituída de quatro fileiras espaçadas de 0,50m com 5,0m de comprimento. Foram analisadas as seguintes características agronômicas:

¹ Cooperativa Central Agropecuária de Desenvolvimento Tecnológico e Econômico - COODETEC

produção de grãos, peso de 100 sementes, altura de planta e de inserção da primeira vagem e população final. Os padrões usados foram BRS 132 (P), BR 16 (SP) e OCEPAR 14 (M).

Londrina - Produção de grãos: na média geral das épocas, as semeaduras realizadas em 15/10, 05/11 e 25/11 foram as melhores e não diferiram significativamente entre si, mas diferiram da semeadura de 05/12. Na média das cultivares, as que mais produziram foram BRS 133 (3853 kg/ha), EMBRAPA 59 (3844 kg/ha) e OC 91-671 (3843 kg/ha). Dentro de cada época, os genótipos, na sua maioria, produziram mais que os padrões utilizados, havendo poucos genótipos que produziram menos que os padrões.

Ponta Grossa - Produção de grãos: observou-se que os resultados desse local não coincide com os resultados alcançados em Londrina. Na média geral das épocas, observou-se que as melhores épocas de semeadura foram as semeadas em 05/11, 25/11 e 05/12, que não se diferenciaram significativamente entre si, mas diferenciaram estatisticamente da semeadura realizada em 15/10, que foi a que menos produtiva. Os genótipos que mais produziram foram os mesmos de Londrina, ou seja, OC 91-671 (3271 kg/ha), BRS 133 (3245 kg/ha) e EMBRAPA 59 (3221 kg/ha). A maioria dos genótipos produziu mais que os padrões utilizados.

Resultados da análise conjunta dos quatro locais, para produção de grãos mostraram que na média geral dos locais, os genótipos EMBRAPA 59 (3087 kg/ha), BRS 133 (3048 kg/ha) e OC 91-671

(3048 kg/ha), foram os melhores (Tabela 8.9). Para época de semeadura, na média dos quatro locais, observou-se que as semeaduras de 15/10 e 05/11 foram as melhores, se diferenciando significativamente das demais (Tabela 8.9).

8.6.2. Efeito da população de plantas sobre genótipos de soja em duas épocas de semeadura

O trabalho foi realizado em colaboração com a COODETEC em quatro locais, sendo dois sob a responsabilidade da Embrapa Soja (Londrina e Ponta Grossa) e dois sob a responsabilidade da COODETEC (Cascavel e Palotina). Foram estudadas duas épocas de semeadura, 15/10 e 10/11, com 12 genótipos: seis da Embrapa Soja e seis da COODETEC. Foram semeados em três populações, 10, 20 e 30 plantas por metro linear. O delineamento experimental foi blocos casualizados em parcelas subsubdivididas, onde a parcela foi a época de semeadura, a subparcela os genótipos e a subsubparcela as populações de plantas. Foram utilizadas quatro repetições.

Londrina - Produção de grãos: Pela análise de variância, observou-se efeito significativo para época de semeadura e genótipos. Não houve efeito significativo para população de plantas. A melhor época de semeadura foi aquela realizada no mês de outubro para todos os genótipos. Alguns, como CD 205, OC 92-128, OC 95-3456, BRS 132 e OC 92-175 não apresentaram efeito significativo quando se variou a época de semeadura. Apesar de não ter havido efeito significativo entre alguns genótipos, os mais produtivos

TABELA 8.9. Análise conjunta da produção de grãos (kg/ha) de genótipos de soja semeados em quatro locais e em quatro épocas. Embrapa Soja, Londrina, PR. 2000.

Genótipos	Locais				
	Ponta Grossa	Londrina	Cascavel	Palotina	Média
EMBRAPA 59	3221 a b ¹ B	3844 a	2604 a b C	2680 a C	3087 a
BRS 133	3245 a b B	3853 a A	2636 a b C	2460 a b c C	3048 a b
OC 91-671	3271 a B	3843 a A	2788 a C	2292 b c d D	3048 a b
EMBRAPA 58	3027 a b c B	3692 a b c A	2599 a b C	2633 a b C	2988 a b c
CD 204	2977 a b c B	3624 a b c A	2602 a b C	2507 a b c C	2928 a b c d
OC 92-128	3076 a b c B	3569 a b c	2777 a C	2248 c d e D	2917 a b c d
BRS 134	3085 a b c B	3695 a b c	2572 a b C	2238 c d e D	2897 b c d
BRS 132	2953 a b c B	3454 b c d A	2858 a B	2017 d e C	2820 c d
CD 205	2875 b c d B	3590 a b c A	2787 a B	2029 d e C	2820 c d
OC 95-3456	2810 c d B	3401 c d e A	2542 a b C	2447 a b c C	2800 c d e
EMBRAPA 61	2832 c d B	3804 a b A	2599 a b B	1913 e C	2788 d e
BRS 155	2814 c d B	3322 c d e A	2360 b C	2465 a b c C	2740 d e
OC 92-175	2516 d e B	3444 b c d A	2550 a b B	2005 d e C	2629 e f
OCEPAR 14	2433 e B	3192 d e A	2363 b B	2509 a b c B	2624 e f
EMBRAPA 62	2506 d e B	3068 e A	2525 a b B	2017 d e C	2529 f
Média	2909 B	3560 A	2611 C	2297 D	2844

¹ Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

foram BRS 133, OC 91-671, EMBRAPA 59 e CD 204, com produções médias acima de 3500 kg/ha.

Ponta Grossa - Produção de grãos: pela análise de variância, observou-se efeito significativo para as seguintes variações: época de semeadura, cultivar, interação época x cultivar e população de plantas. A melhor época de semeadura foi aquela realizada em novembro para a maioria dos genótipos, resultado que difere dos alcançados em Londrina. Os melhores genótipos para Ponta Grossa foram EMBRAPA 59 (3342 kg/ha), OC 92-128 (3242 kg/ha) e CD 205 (3151 kg/ha), sem diferença significativa para os demais. Entre os genótipos houve pequena diferença de produção quando se variou a população de plantas. Só houve diferença significativa quando se compararam as médias das populações, nesse caso a maior população de plantas foi a que menos produziu.



8.7 Cultura de Tecidos de Plantas de Soja (04.0.94.321-14)

Norman Neumaier, Alexandre Lima Nepomuceno e Éberson Sanches Calvo¹

Atualmente, a biotecnologia já está sendo amplamente aceita como uma poderosa ferramenta para a agricultura. Técnicas de biologia celular e molecular têm auxiliado na redução do tempo necessário para o desenvolvimento de novas cultivares. A embriogênese somática,

a partir de cotilédones imaturos, é um dos principais métodos de regeneração de plantas. Plantas transgênicas tem sido criadas pela introgressão de genes úteis oriundos dos mais diversos organismos. A regeneração de plantas de soja, através da cultura de tecidos, é uma etapa importante no processo de geração de plantas geneticamente transformadas, e tem sido estudada em todo o mundo. O sucesso da regeneração de plantas através da cultura de tecidos é, em última análise, o que viabiliza a transformação genética de plantas de soja. Por isto, o domínio das técnicas de regeneração de plantas, através da cultura de tecidos, é essencial. Este subprojeto objetiva estabelecer protocolos de regeneração de plantas de cultivares nacionais de soja, através da cultura de tecidos, visando a utilização de técnicas de transformação genética para obtenção de plantas transgênicas com características de interesse ao melhoramento de plantas.

Nos primeiros anos de execução do subprojeto (1994 a 1996) buscou-se a obtenção de protocolos ótimos para a indução de multibrotamentos (a partir de embriões maduros) e para o enraizamento destes multibrotamentos. A identificação de cultivares com boa capacidade produtiva destes multibrotos visa incrementar as possibilidades de sucesso na transformação genética através da bio-balística. O protocolo mais eficiente na indução de multibrotos foi o que utilizou o meio contendo sais MS, vitaminas B5, 3% sacarose e 8 mg/L de BAP, 0,8% de ágar, pH de 6,2, mantido sob 16/8h de luz/escuro, a 25 °C. O meio ótimo de

¹ Pesquisador, Milênio Agrociências.

enraizamento (regeneração) dos multibrotos de embriões maduros de soja foi o composto por sais MS, vitaminas B5, 3% sacarose, 0,8% de ágar, pH de 6,2; e mantido sob 16/8h de luz/escuro, a 25°C. As cultivares que produziram e regeneraram o maior número de multibrotos foram EMBRAPA 1 e BR 37.

Em 1997, foram conduzidos experimentos visando (1) identificar genótipos com alto potencial embriogênico, e (2) analisar o efeito de um agente seletivo no processo de indução de embriogênese somática. Ambos experimentos foram completados com sucesso. O trabalho realizado permitiu o estabelecimento do método de embriogênese somática como atividade de rotina no Laboratório de Biotecnologia da Embrapa Soja. Com base nos resultados (identificação de genótipos com alto potencial regenerativo e da dose ótima do agente seletivo) foram iniciados, em outro subprojeto, os experimentos de transformação genética objetivando a introdução de um gene para a resistência à herbicida em soja.

Em 1998, foram executados testes de rotina visando o aperfeiçoamento das metodologias que viabilizarão a regeneração de cultivares nacionais de soja geneticamente transformadas. O meio ótimo para a indução de calos em explantes transformados por *Agrobacterium tumefaciens* ou por bio-balística foi o meio contendo sais MS, vitaminas B5, 2% de sacarose e 25 mg/L de 2,4-D, de 0,8% de ágar, pH 5,8 e mantido sob 16/8h de luz/escuro, a 25°C. O meio ótimo para regeneração foi o meio contendo sais MS, vitaminas B5 contendo 3% sacarose e

2,5 mM do agente seletivo. As condições durante dia/noite de luz/escuro e de temperatura foram de 18h/6h e 25°C/25°C, respectivamente. As cultivares que mais se prestaram a regeneração foram 'COODETEC 201', MTBR 9512247 e 'MT/BRS 55 - Uirapurú'. De 1998 em diante, mais de cinquenta plantas trans-gênicas de soja foram regeneradas. Estas plantas estão sendo analisadas genética e molecularmente em outro subprojeto. As metodologias desenvolvidas foram validadas e estão sendo usadas, rotineiramente, no laboratório de biotecnologia da Embrapa soja, na regeneração de plantas a partir de explantes transformados.



8.8 Programa de Melhoramento da Soja para o Mato Grosso (04.0.94.321-18)

Dario Minoru Hiromoto, Cláudio Takeda¹,
Tiago Vieira de Camargo¹, Arlindo Harada¹ e
Agnaldo Kunichiro Nouchi¹

Nos últimos anos o panorama da produção de soja no Mato Grosso tem sido alterado drasticamente. Em primeiro lugar, houve um grande crescimento da incidência de doenças no Estado, que comprometeram sobremaneira a produtividade em grandes regiões. Dentre as doenças se destacaram o cancro da haste e o nematóide do cisto da soja, que conjuntamente representaram perdas de milhões de reais ao Estado.

¹ Fundação MT - Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso.

Graças às atividades de pesquisa desenvolvida em parceria pela Fundação MT e Embrapa, estes fatores limitantes à cultura foram superados. Inicialmente, o cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*), pelo lançamento de diversas cultivares resistentes no Estado e, atualmente com o desenvolvimento de variedades resistentes ao nematóide do cisto (*Heterodera glycines*).

Outra grande alteração no Estado foi nos patamares de produtividade obtidos. Até alguns anos atrás, produtividades acima de 60 sacas por hectare eram consideradas utópicas. Hoje, graças ao lançamento de cultivares com alta capacidade produtiva é comum a obtenção de produtividades acima daquele patamar, nas diversas regiões do Estado. Principalmente quando se observa que estas cultivares apresentam resistência às doenças mencionadas anteriormente.

Aliado a disponibilidade de cultivares altamente produtivas e resistentes às doenças, é visível a necessidade de remodelagem das formas de tomada de decisão nas propriedades. Para a obtenção de produtividade máximas, é necessário cada vez mais, o conhecimento detalhado por parte do produtor, dos vários elementos que fazem parte de seu sistema de produção, os quais incluem cultivares disponíveis, forma de utilização, manejo da fertilidade do solo, incidência de doenças (com diagnóstico e controle corretos) e disponibilidade de máquinas que beneficiem a rentabilidade da propriedade.

A pesquisa está levando em consideração estes conhecimentos para o desen-

volvimento de cultivares inseridas dentro do conceito de máxima eficiência produtiva presente na agricultura de precisão.

Assim, no inverno de 1998 foram introduzidas 481 populações segregantes, as quais foram multiplicadas em área irrigada na Fazenda Maggi (SM3). Estas populações foram redistribuídas para os programas de melhoramento de Goiás, Minas Gerais, Distrito Federal, Bahia e Maranhão para a safra 1998/99. No Mato Grosso as populações foram avaliadas na safra 1998/99 em Rondonópolis (482), Pedra Preta (482), Primavera do Leste (200), Sorriso (10) e Nova Mutum (60). Essas populações foram semeadas em parcelas de 7 linhas de 70 metros de comprimento, onde foram selecionadas aproximadamente 60.000 plantas que deram origem às novas linhagens que foram submetidas aos testes de performance agronômica em Linhas de Progenies (LP) da safra 1999/2000.

Nestas populações foram realizadas anotações sobre as principais doenças de ocorrência na região, como cancro da haste, septoriose, mancha alvo, oídio, mancha "olho-de-rã" e nematóides de galhas e de cisto, e selecionadas plantas de boa performance agronômica e de elevada sanidade.

As progênies obtidas através das plantas selecionadas nas populações foram avaliadas em parcelas de uma fileira de 3 metros de comprimento espaçadas de 0,50 metros entre fileiras, sendo utilizado as testemunhas MG/BR-46 Conquista, MT/BR-51 Xingu, BRSMT Uirapuru, BR/Emgopa-314 Garça Branca (padrão de suscetibilidade a Mancha alvo) e MTBR91-

55292 (padrão de suscetibilidade ao Câncer da haste). Foram avaliadas 43.553 linhagens segundo o delineamento de Federer, totalizando 48.394 parcelas. Foram selecionadas a campo 5.002 progênies, sendo que apenas 2.856 que apresentaram melhor sanidade e qualidade de sementes, foram selecionadas para compor o ensaio Preliminar de 1º ano (PI) na safra 1999/2000.

As progênies introduzidas de Londrina (Embrapa Soja) foram avaliadas em parcelas de uma linha de 5 metros de comprimento. Sendo avaliado 3.584 linhagens além das testemunhas MG/BR-46 Conquista, MT/BR-51 Xingu, BRSMT Uirapuru, BR/Emgopa-314 Garça Branca (padrão de suscetibilidade a mancha alvo) e MTBR91-55292 (padrão de suscetibilidade ao câncer da haste), totalizando 3.991 parcelas. Destas, foram selecionadas 58 linhagens para compor o ensaio Preliminar de 1º ano (PI) na safra 1999/2000, juntamente com as progênies selecionadas dentro do ensaio Linhas de Progênies.

O ensaio de avaliação preliminar I é formado pelas linhagens selecionadas nas Linhas de Progenie e Introdução, utilizando o delineamento de Federer com parcelas de 4 linhas de 5 metros, sendo a área útil apenas as duas linhas centrais com 4 metros. As testemunhas utilizadas foram MG/BR-46 Conquista (Precoces), MT/BR-51 Xingu (Médio) e BRSMT Uirapuru (Tardio). Nesta fase foram avaliadas 4.869 linhagens (802 Precoces, 1.218 Médias e 2.849 Tardias) em Rondonópolis e Nova Mutum. As progênies selecionadas nesta fase irão compor

o ensaio Preliminar de 2º ano na safra 1999/2000, das quais foram selecionados 513 linhagens (81 precoces, 189 médias e 243 tardias).

Os experimentos da Avaliação Preliminar de 2º ano foram implantados nos municípios de Rondonópolis, Pedra Preta, Primavera do Leste, Campo Novo do Parecis e Nova Mutum. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com duas repetições. A unidade experimental constou de 4 linhas de 5 metros, espaçadas de 0,50 metros, sendo a área útil as duas linhas centrais com 4 metros. Foram avaliadas 730 linhagens (80 precoces, 272 médias e 378 tardias) com três testemunhas por grupo de maturação, MG/BR-46 Conquista, FT-109 e DM-247 (Precoces); MT/BR-51 Xingu, FT-111 e DM-Vitória (Médio); BRSMT Uirapuru, FT-114 e DM-339 (Tardio). As linhagens selecionadas nesta fase irão compor o Ensaio Intermediário de 1999/2000, das quais foram selecionadas 80 linhagens (25 Precoces, 22 Médias e 33 Tardias).

A multiplicação de sementes no inverno é de fundamental importância, no Mato Grosso, para conferir qualidade da semente das linhagens empregadas nos ensaios e para obter quantidade suficiente de semente destinada aos ensaios nas diversas localidades, além do avanço rápido de gerações e a obtenção de linhagens promissoras mais rapidamente.

Esta fase é realizada sob irrigação de pivô central na Fazenda Maggi (SM3) em Itiquira. Nesta área ocorreu a multiplicação das linhagens selecionadas dos ensaios Preliminares I, Preliminares II, Finais, Semente Genética I, Semente Ge-

nética II, e de populações para avanço de geração e progênes com probabilidade de resistência ao nematóide de cisto.

A ocorrência de doenças tem sido um dos fatores limitantes da cultura da soja no Mato Grosso. Sendo assim, em todas as fases do programa de pesquisa descritos anteriormente, as linhagens são avaliadas para as principais doenças de maneira criteriosa. Além das avaliações a campo, doenças como o cancro da haste, mancha olho de rã e pústula bacteriana são também testadas em casa de vegetação.

Com relação às outras doenças, tem-se observado um aumento crescente da incidência e severidade de míldio (*Pero-
nospora manshurica*), oídio (*Microsphaera
diffusa*), mancha alvo (*Corynespora
cassiicola*), mela ou requeima (*Thanate-
phorus cucumeris* / *Rhizoctonia solani*), podridão vermelha da raiz (*Fusarium
solani* f. sp. *glycines*), cretamento foliar de cercospora (*Cercospora kikuchii*) e septoriose (*Septoria glycines*), sendo que também são realizadas avaliações de todas as linhagens para estas doenças.

Em algumas regiões do Estado tem sido responsáveis por danos consideráveis, e muitos agricultores fazem uso de fungicidas para diminuir os danos e com isto aumentam os custos com a lavoura. Para amenizar o problema, é necessário o desenvolvimento de cultivares resistentes ou tolerantes as doenças, através de metodologias específicas que são empregadas na avaliação das linhagens.

Com relação ao nematóide do cisto, tem-se realizado avaliações a campo, em vasos contendo solo infectado com um

número elevado de cistos (> 200 cistos/ 100ml de solo) e são feitas as contagens do número de cistos nas raízes dentro de 25 a 30 dias.

As linhas de progênes testadas para o NCS são selecionadas com base em seus genitores. Pelo menos um genitor deve apresentar resistência às raças em teste nos locais. Sendo assim, as linhagens testadas, tem alta chance de apresentar genes de resistência para as raças de NCS. Para as raças 1 e 3 foram testadas 611 linhagens em Primavera do Leste, segundo um delineamento em blocos casualizados com 4 repetições. Outras 655 linhas de três progênes em processo de semente genética, com oito repetições, também foram avaliadas.

Para doenças que não ocorrem em Rondonópolis, como podridão vermelha da raiz e nematóide de galhas, tem sido realizadas avaliações nos locais de sua ocorrência.



8.9 Avaliação de Cultivares e Linhagens de Soja para o Estado do Mato Grosso (04.0.94.321-19)

Dario Minoru Hiromoto, Cláudio Takeda¹,
Tiago Vieira de Camargo¹, Arlindo Harada¹ e
Agnaldo Kunichiro Nouchi¹

O programa de melhoramento de soja do Mato Grosso desenvolvido pela parceria Embrapa Soja e Fundação MT, tem superado problemas como o cancro da

¹ Fundação MT - Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso.

haste e nematóide de cisto, com o lançamento de cultivares resistentes (MT/BR-45 Paiaçuás, MG/BR-46 Conquista, BR/Emgopa-314 Garça Branca, MT/BR-47 Canário, BR/IAC-21, MT/BR-50 Parecis, MT/BR-51 Xingu, MT/BR-52 Curió, MT/BR-53 Tucano, BRSMT Uirapuru e BRSMT Pintado). Contudo novos fatores tem restringido a produtividade da soja, como as doenças mancha alvo, nematóides formadores de galhas, oídio e podridão vermelha da raiz e maior estabilidade produtiva das cultivares em plantios de meados de novembro a dezembro. Desta forma, foram indicadas 11 novas cultivares para o Mato Grosso: BRSMT Cachara, BRSMT Tucunaré, BRSMT Matrinxã, BRSMT Piraíba, BRSMT Bororo, BRSMT Apiakás, BRSMT Galha, BRSMT Anhumas, BRSMT Arara Azul, BRSMT Beija Flor e BRSMT Curicaca para atender a necessidade atual de cultivares com resistência às principais doenças e alta estabilidade de produção.

O ensaio final (EF) de Mato Grosso foi subdividido em três de acordo com o grupo de maturação das linhagens em avaliação: Precoce (EFP), Médio (EFM) e Tardio (EFT). O EFP foi composto de 44 linhagens com 5 testemunhas (MG/BR-46 Conquista, MT/BR-49 Pioneira, FT-109, FT-110 e DM-247), o EFM com 59 linhagens e 5 testemunhas (MT/BR-51 Xingu, MT/BR-45 Paiaçuás, FT-105, FT-111 e DM-Vitória) e o EFT de 75 linhagens e 6 testemunhas (BR-Emgopa-314 Garça Branca, MT/BR-53 Tucano, BRSMT Uirapuru, FT-106, FT-114 e DM-339). O delineamento utilizado foi em látice triplô 7x7 (EFP), 8x8 (EFM) e 9x9 (EFT).

As parcelas constituíam 4 linhas de 5 metros lineares, sendo a área útil as duas linhas centrais de 4 metros. Os locais dos ensaios foram em Rondonópolis (Fazenda SM-II, em três épocas de semeadura: 19/11/1998, 14/12/1998 e 11/01/1999), Pedra Preta (Fazenda Girassol, 28/11/1998 e 13/12/1998), Primavera do Leste (Fazenda Juriti, 25/11/1998 e 14/12/1998), Nova Mutum (Coopervale, 17/11/1998 e 29/12/1998) e Campo Novo do Parecis (CIAPAR, 03/12/1998 e 26/12/1998, e na Escola Agrícola "Dorvalino Minozzo" em 28/11/1998).

Das 178 linhagens avaliadas, 92 estavam em primeiro ano de avaliação (29 precoces, 30 médias e 33 tardias) e as demais com dois ou mais anos (15 precoces, 29 médias e 42 tardias). Foram selecionadas 29 linhagens (5 precoces, 8 médias e 16 tardias) para compor o Ensaio Final de segundo ano e 42 participarão do ensaio pelo terceiro ano (8 precoces, 13 médias e 21 tardias). Dos materiais avaliados foram indicados 11 novas linhagens com os seguintes nomes: BRSMT Cachara, BRSMT Tucunaré, BRSMT Matrinxã, BRSMT Piraíba, BRSMT Bororo, BRSMT Apiakás, BRSMT Galha, BRSMT Anhumas, BRSMT Arara Azul, BRSMT Beija Flor e BRSMT Curicaca.

Os Ensaios de Caracterização Varietal são realizados com o objetivo de avaliar as linhagens que sobressaem nos ensaios finais em um sistema semelhante àqueles utilizados pelos agricultores, ou seja em cultivo comercial com toda a tecnologia (plantadeira, espaçamento, adubação, tratamentos culturais, etc) disponível do produtor local, através de três épocas de

plantio, simulando o início, meio e final de plantio.

Os ensaios foram instalados nos municípios de Rondonópolis, Itiquira, Pedra Preta (2 locais), Primavera do Leste, Campo Verde, Nova Mutum, Tapurah, Lucas do Rio Verde, Sorriso, Sapezal e Campo Novo do Parecis (4 locais), em Mato Grosso. Foram avaliados 33 materiais entre cultivares comerciais do sistema Embrapa e linhagens promissoras.

Na safra 1998/99 também foram avaliadas 2.300 linhas de semente genética de 8 linhagens, e 540 blocos de semente genética de 6 linhagens. Estas linhagens encontram-se em fase de avaliação final e nos Ensaios de Caracterização Varietal, o que possibilita a indicação das linhagens com disponibilidade de semente simultaneamente.

Em todos estes ensaios, as linhagens são criteriosamente avaliadas para as principais doenças, como também são realizadas as avaliações descritivas de cada uma delas.



8.10 Desenvolvimento de Cultivares de Soja para o Estado de Goiás (04.0.94.321-21)

Luis Claudio de Faria, Leones A. Almeida,
Romeu A. S. Kiihl, José Nunes Júnior¹ e
Pedro M. F. O. Monteiro¹

A cultura da soja no Estado de Goiás teve a sua produção diminuída em 1995/

96 devido à incidência da doença cancro da haste. Em 1997/98, graças ao lançamento de várias cultivares resistentes ao cancro, houve uma retomada do crescimento, com uma área plantada com a cultura da soja de 1.375.615 ha, uma produção de 3.393.240 toneladas e rendimentos de 2.467 kg/ha. Já na safra 1998/99 a área plantada com soja e a produção em Goiás mantiveram-se estáveis, com relação a 1997/98, havendo um pequeno acréscimo na produtividade que ficou na ordem de 2.565 kg/ha. Estes dados mostram que o desenvolvimento e lançamento de novas cultivares resistentes às principais doenças são medidas bastante eficientes para a manutenção da estabilidade de produção da cultura. Por outro lado outras doenças que não causavam grandes problemas até alguns anos atrás estão se tornando bastante sérias. É o caso do oídio, doenças de final de ciclo e a podridão vermelha da raiz, para dar alguns exemplos. Para o Estado de Goiás, a maior dificuldade é a ausência de cultivares resistentes ao nematóide de cisto, uma vez que as raças predominantes são a 4 e a 14. Torna-se importante, enquanto não houver cultivares resistentes, o incremento principalmente da rotação de culturas para se conviver com o nematóide de cisto.

O objetivo deste subprojeto é desenvolver cultivares de soja adaptadas às condições edafoclimáticas e aos sistemas produtivos de Goiás. Como objetivos específicos, podemos citar a obtenção de cultivares resistentes/tolerantes ao cancro da haste, à podridão vermelha da raiz, ao oídio e às doenças de final de ciclo.

¹ EMATER-GO Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Goiás.

Trabalha-se, ainda, na tentativa de se obter cultivares com boa qualidade fisiológica de sementes. A metodologia contempla avanço de gerações e seleção em populações segregantes nos períodos de safra e entressafra. Após a seleção de plantas são implantadas as progênes e introduções em fileiras simples. Todas estas ações iniciais são executadas em Senador Canedo - GO. Em seguida são feitas as competições preliminares de 1º e 2º ano (P1 e P2) em dois ou três locais. As linhagens promissoras do P2 são o produto deste subprojeto e são passadas a outro subprojeto (04.0.94.321.22).

Em 1998/99 foram plantadas 18.551 progênes, sendo 14.965 linhas oriundas de 168 "bulks" plantadas na safra 97/98 em Senador Canedo-GO e mais 3.586 linhas de introdução. Na safra 97/98 foram plantadas em Anápolis 216 "bulks" que, por motivo de atraso no plantio, não se desenvolveram adequadamente para permitir seleção de plantas. Tomou-se, então, a decisão de se proceder o método MSSD nestas populações, sendo elas novamente plantadas em 98/99 em Senador Canedo. No total foram plantadas, em novembro de 1998, 738 "bulks", sendo 601 em Senador Canedo e 137 em Anápolis. As 2.700 linhagens selecionadas nos testes de progênes da safra 97/98 compuseram os ensaios P1, totalizando 150 experimentos conduzidos em Senador Canedo e Anápolis, todos com 20 tratamentos e 3 repetições por local. Na safra 98/99 foram conduzidos 39 ensaios P2, onde foram testadas 702 linhagens em 3 locais (Senador Canedo, Anápolis e Rio Verde) com 4 repetições

por local. Das 702 linhagens testadas foram selecionadas 94 linhagens para comporem os P3 da safra 99/2000.

Na safra 99/2000 foram plantadas 161 populações segregantes em Senador Canedo - GO. Foram plantadas 26.208 progênes, sendo 24.667 oriundas dos "bulks" da safra 98/99 e 1.541 introduções. Das 18.551 progênes conduzidas na safra 98/99 foram selecionadas 2.430 linhagens que compuseram os 135 ensaios de 1º ano plantados da safra 99/2000, conduzidos em Senador Canedo e Anápolis. Ainda, nesta safra, foram plantados 40 ensaios P2 que estão sendo conduzidos em Senador Canedo, Anápolis e Rio Verde.



8.11 Avaliação de Cultivares e Linhagens de Soja para o Estado de Goiás (04.0.94.321-22)

Luis Claudio de Faria, José Nunes Júnior¹,
Romeu A. S. Kiihl, Leones A. Almeida e
Pedro M. F. O. Monteiro¹

Nas regiões tropicais e subtropicais onde o cultivo da soja tem se intensificado e, na maioria das vezes, em sistemas de monocultura e preparo de solo com grade pesada, os problemas fitossanitários vem se agravando. Novas doenças e outras, há muito na área, tem provocado sérios prejuízos aos sojicultores. Deste modo há necessidade de uma busca constante de novas cultivares. Gran-

¹ EMATER-GO - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Goiás.

des esforços estão sendo feitos para contornar os problemas causados pelo cancro da haste e com o nematóide de cisto (NCS). Novos problemas se agravaram a partir da safra 96/97 com as doenças oídio e podridão vermelha da raiz, sem mencionar outras com potencial de se tornarem graves.

Este subprojeto visa: aumentar a produtividade média da soja em Goiás através de novas cultivares; selecionar e caracterizar genótipos de soja com potencial produtivo e qualidade de sementes superiores aos das cultivares em uso; indicar cultivares de soja para o Estado de Goiás com melhores características agrônomicas e resistentes ou tolerantes às principais doenças que acometem a cultura da soja e recomendar cultivares livres do risco de fitotoxicidade aos herbicidas residuais.

Anteriormente existia a rede estadual de ensaios finais de soja da qual participavam, além do Convênio Goiás, a FT-Sementes, a DM-Agropecuária e a Embrapa Cerrados. Após a promulgação da lei de proteção de cultivares a rede estadual foi extinta, sendo criada a rede de experimentos finais de genótipos de soja da Região Central do Brasil, da qual participam os Convênios de Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal, que possuem como instituição parceira comum a Embrapa Soja.

A metodologia utilizada é a de experimentos em blocos completos casualizados, com 4 repetições, contemplando 20 a 30 tratamentos cada. O processo se inicia com os ensaios preliminares de 3º ano (P3), que recebem as melhores

linhagens dos P2 do subprojeto 04.0.94.321.21, conduzidos em quatro locais em Goiás cujas linhagens selecionadas passam aos ensaios de competição final precoce (CFP), médio (CFM) e tardio (CFT), de acordo com o ciclo das linhagens. Uma vez no ensaio de competição final, a linhagem para ser aprovada para lançamento deverá ser superior ao melhor padrão, na média de 2 anos. Não sendo promissora uma linhagem pode ser excluída no P3 ou na competição final após um ou dois anos de teste.

Com a finalidade de avaliar as linhagens oriundas dos P2, foram instalados 16 ensaios (4 locais x 4 ciclos) preliminares de 3º ano na safra 98/99, onde cada um possuía 20 tratamentos, sendo 2 testemunhas, com 4 repetições em blocos ao acaso. No grupo precoce (P3-1) o padrão mais produtivo foi a cultivar Emgopa-316 com 3.043 Kg/ha, sendo que as linhagens GOBR95-6018, GOBR95-3610, GOBR95-758 e GOBR95-3412 foram, respectivamente, 12%, 1,5%, 0,8% e 0,3% mais produtivas que ela. Destas, a única que não foi promovida a 1º do CFP foi a GOBR95-758 por ser muito baixa. Ainda foram promovidas a CFP as linhagens GOBR95-1337, GOBR95-322 e GOBR95-1504 por terem produzido mais que o padrão FT-2000. No grupo médio (P3-2) a FT-109, com rendimento médio de 3.388 kg/ha, foi a melhor testemunha, sendo que apenas a linhagem GOBR95-4632 conseguiu superá-la produzindo 7% a mais que ela. Além desta linhagem foram promovidas ao 1º ano de CFM as: GOBR95-12832, GOBR95-121119, GOBR95-12895,

GOBR95-129165 e GOBR95-129171, estas duas últimas por serem resistentes ao NCS. No grupo semitardio (P3-3) foram promovidas para 1º ano do CFT as linhagens GOBR95-4090 e GOBR95-12203, por produzirem, respectivamente, 4% e 2,5% a mais que o melhor padrão BRSM T Crixás (3.278 kg/ha). Do grupo tardio (P3-4) nenhuma linhagem foi aproveitada.

Com o objetivo de testar os genótipos promissores das competições intermediárias (P3), foram instalados, na safra 98/99, ensaios de competições finais de cultivares e linhagens de soja dentro da rede da Região Central do Brasil nos estados de Goiás (8), Minas Gerais (6), Mato Grosso (5), Bahia (2) e Distrito Federal (2), totalizando 23 locais, tendo os mesmos 27 tratamentos e 4 repetições. Os ensaios foram separados por grupo de maturação precoce, médio e tardio. No grupo precoce em Goiás várias linhagens produziram mais que o melhor padrão Emgopa-316 (2.711 kg/ha) são elas: MGBR93-4916, BR95-15305, GOBR91-84032, BR95-1709, BR86-11864 RCH, GOBR94-9443, CMS-2, BR91-01569 A, BR89-10744, GOBR94-11191, MGBR95-1578 e CMS-1. Já na rede do grupo precoce, apenas as linhagens MG/BR93-4916, BR95-1709, BR89-10744 e MG/BR95-1578 foram mais produtivas que o melhor padrão FT-2000 (2.583 Kg/ha). Das linhagens do Convênio Goiás foram mantidas por mais um ano de testes no CFP apenas a GOBR94-09443 e a GOBR94-11191. Nos ensaios do grupo médio (CFM) em Goiás, nenhuma linhagem foi superior ao melhor padrão Conquista (3.326 Kg/ha), porém as linhagens BR91-

14389, GOBR93-158, MGBR95-19125, BR92-2658 e GOBR93-9960 foram mais produtivas que o 2º melhor padrão Emgopa-315 (3.168 Kg/ha). Já na rede de CFM, apenas a linhagem MG/BR95-19125 foi ligeiramente (0,3%) mais produtiva que o melhor padrão Conquista (2.939 Kg/ha) e, além das citadas acima para Goiás, também as linhagens GOBR93-1483, MG/BR95-11610, CSST-1 e MG/BR95-15822 foram mais produtivas que o 2º melhor padrão Emgopa-315 (2.749 Kg/ha). Permaneceram para mais um ano de teste no CFM, na safra 99/2000, as linhagens GOBR94-122243, GOBR93-158, GOBR93-1483 e GOBR93-9960. No grupo tardio, em Goiás, 16 genótipos foram superiores em produtividade que o melhor padrão FT-104 (3.008 Kg/ha). São elas por ordem de melhor desempenho: BR92-249, BR95-1985, BR95-28408, BR95-28549, BR92-502, BRGO Jataí, BR93-10269, BR95-28415, MGBR95-20937, GOBR94-1704, MGBR95-2014, MGBR95-19122, BR91-14943, GOBR93-1283, BR92-1262 e MGBR94-7916. Na rede do grupo tardio as mesmas linhagens citadas acima para Goiás foram, da mesma forma, mais produtivas que o melhor padrão FT-104 (2.758 Kg/ha), com adição da CST-2. Dos materiais do Convênio Goiás, permaneceram, por mais um ano de teste no CFT, as linhagens GOBR94-01704 e GOBR93-1283, além das cultivares BRSGO Bela Vista e BRSGO Jataí. Com base nos resultados da rede da Região Central do Brasil foi lançada em 1999 pelo Convênio Goiás a linhagem GOBR91-84032 com o nome de BRSGO Goiânia.

8.12 Difusão de Cultivares de Soja Desenvolvidas pela EMBRAPA-CNPSO (04.0.94.321-33)

Lineu Alberto Domit, Romeu A.S. Kiihl,
Milton Kaster, José G. Maia de Andrade,
Leones Alves de Almeida,
Osvaldo Vasconcelos Vieira, Ubirajara Luiz Bruel,
Cairo César Ferreira¹, Luiz Carlos Miranda¹ e
Pedro Moreira da Silva Filho²

Os objetivos principais deste subprojeto foram: mostrar para técnicos e produtores, as cultivares desenvolvidas pela Embrapa Soja, evidenciando suas características e vantagens; difundir as tecnologias recomendadas para a cultura da soja e validar, regionalmente, os resultados da pesquisa.

A Embrapa Soja desenvolveu e recomendou cultivares de soja adaptadas às condições de cultivo de todo o país. Além da adaptabilidade, essas cultivares apresentam resistência às doenças mais importantes, são produtivas e podem dimi-

nuir os riscos de produção. Para que essas cultivares fossem conhecidas e adotadas foi necessário estabelecer uma estratégia de difusão capaz de motivar a assistência técnica, extensão rural e produtores.

A metodologia utilizada na safra 98/99 consistiu basicamente da instalação de 21 unidades demonstrativas (UD's) junto a produtores de sementes e cooperativas previamente escolhidas em função da sua liderança na área de sementes, participação no mercado e interesse em investir num programa de Difusão. Foram realizadas reuniões de planejamento, avaliação e visitas às UD's antes da realização dos dias de campo. A abrangência geográfica do trabalho inclui os Estados do Paraná, São Paulo e Santa Catarina. Na safra 1998/99, foram realizados 19 dias de campo nas UD's, com a participação de 7.712 pessoas, na maioria produtores (tabela 8.10). Além

TABELA 8.10. Número de participantes em dias de campo no período de 90/91 a 98/99. Embrapa Soja, 1999.

Safr	Nº dias de campo			Nº de participantes		
	UD's	FD's	Total	UD's	FD's	Total
90/91	05	06	11	697	2.897	3.594
91/92	10	08	18	1.211	3.060	4.271
92/93	13	08	21	4.158	505	4.663
93/94	11	17	28	4.534	1.666	6.200
94/95	11	08	28	4.793	2.635	7.428
95/96	15	11	26	5.924	3.278	9.202
96/97	16	13	29	6.214	7.923	14.137
97/98	21	29	50	6.341	9.487	15.828
98/99	19	25	44	7.712	11.422	19.134
93/94 a 98/99	93	103	196	35.518	36.411	71.929

¹ Embrapa Negócios Tecnológicos - EN Londrina.

² Embrapa Negócios Tecnológicos - EN Ponta Grossa.

das cultivares de soja, outros temas foram abordados nesses dias de campo, tais como: nematóide de cisto e galha, tratamento de sementes, entomologia, manejo de plantas daninhas, doenças, rotação de culturas, agroclimatologia etc. Paralelamente à metodologia das UD's, nesse mesmo período, foi desenvolvido outro trabalho semelhante, denominado de faixas demonstrativas (FD's), que consistiu na distribuição, para Cooperativas, Emater-PR e outras Entidades, de 60 coleções de sementes das cultivares desenvolvidas pela Embrapa Soja, para a instalação de unidades demonstrativas. Nas FD's foram realizados 25 dias de campo, com participação direta de pesquisadores da Embrapa, totalizando 11.422 produtores e técnicos. A tabela 8.11 mostra que na safra 1989/90 a participação das cultivares da EMBRAPA no total de sementes produzidas no Estado do Paraná era de 3%, que na safra 93/94 tinha subido para 56% e que na safra 98/99, subiu para 63%.

Com o objetivo de aprimorar esse trabalho foram editadas e distribuídas, para

os participantes dos dias de campo, 10.000 exemplares da publicação "Cultivares de soja 1998", série documentos, nº 111 e 10.000 exemplares da "Cultivares de soja 1999", série documentos, nº 123.



8.13 Desenvolvimento de Cultivares de Soja com Resistência ao Nematóide de Cisto para o Estado de Goiás (04.0.94.321-48)

Luis Claudio de Faria, José Nunes Júnior¹,
Leones A. Almeida, Romeu A. S. Kiihl e
Pedro M. F. O. Monteiro¹

A região central do Brasil apresenta hoje condições próprias para o desenvolvimento da cultura de soja, graças ao desenvolvimento de variedades adaptadas aos cerrados. Problemas graves relacionados às doenças, como por exemplo o cancro da haste da soja, causaram grandes prejuízos aos sojicultores brasileiros. Há alguns anos surgiu outro problema sério que é o nematóide de cisto da soja

TABELA 8.11. Participação das cultivares desenvolvidas pela Embrapa Soja no total das sementes produzidas no estado do Paraná. Embrapa Soja, 1999.

Safra	%	Safra	%
89/90	3	94/95	57
90/91	13	95/96	59
91/92	31	96/97	57
92/93	45	97/98	63
93/94	56	98/99	63

Fonte: SEAB-PR.

¹ EMATER-GO - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Goiás.

(NCS). Este foi detectado em Goiás inicialmente em 1992 no município de Chapadão do Céu. Em 1993 foi encontrado em Aporé, em 1994 nos municípios de Jataí, Mineiros e Serranópolis. Em 1997 foi relatada a presença do NCS nos municípios goianos de Perolândia e Portelândia, em 1998/99 em Vianópolis, Catalão e Campo Alegre, e por último já na safra 1999/2000 foi encontrado no município de Ipameri - GO. Este subprojeto visa a busca de soluções, via resistência genética varietal, para o problema do nematóide de cisto da soja.

Para obtenção de cultivares de soja resistentes ao NCS estão sendo desenvolvidos, desde 1995 no município de Chapadão do Céu-GO, testes para avaliação de resistência em diversas linhagens. As linhagens são selecionadas de diversos cruzamentos em que um dos pais possui resistência ao NCS e o outro boa adaptabilidade à região. Do trabalho iniciado com um grupo de 5.135 linhagens selecionadas de "bulks" plantados na safra 94/95, apenas 3 linhagens foram comprovadamente resistentes à raça 4 do NCS, sendo que destas apenas a GOBR94-122243 foi promovida ao 2º ano de ensaio final na safra 99/2000, com boas chances de se tornar uma nova cultivar.

Dos "bulks" conduzidos na safra 97/98 foram selecionadas aproximadamen-

te 25.000 linhagens que foram testadas para resistência à raça 14 do NCS, através da contagem dos cistos nas raízes, na entressafra de 1998 no município de Chapadão do Céu - GO. Destas, foram selecionadas 1.833 linhagens que foram plantadas na safra 98/99 nos municípios de Senador Canedo, para avaliação dos caracteres agrônômicos, e em Chapadão do Céu numa área infestada para novo teste de resistência. Selecionou-se, destas 1.833, um total de 243 linhagens que estão compondo os ensaios preliminares de 1º ano da safra 99/2000.

Na entressafra de 1999 foram testadas, em Chapadão do Céu para a resistência à raça 14 do NCS, através da contagem do número de fêmeas nas raízes, 7.013 linhagens, das quais, foram selecionadas 681 linhagens que estão sendo testadas como progênies na safra 99/2000.

Nos anos de 1995, 1996, 1997, 1998 e 1999 já foram testadas aproximadamente 61.000 linhagens para resistência às raças 4 e 14 do NCS no município de Chapadão do Céu-GO, tendo sido selecionadas aproximadamente 6.000 linhagens, que estão sendo testadas nas várias etapas dentro do programa de melhoramento de soja do Convênio Goiás - nome dado à parceria entre a Embrapa, a Agência Rural e o Centro Tecnológico de Pesquisa Agropecuária (CTPA).



9

CONTROLE INTEGRADO DE PRAGAS DA SOJA**Nº do Projeto:** 04.0.94.323**Líder:** Ivan Carlos Corso**Número de subprojetos que compõe o Projeto:** 19**Unidades/Instituições participantes:** Embrapa Soja, Embrapa Trigo, Embrapa Meio Ambiente, Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Embrapa Roraima, EMPAER-MT, EPAMIG, EMATER/GO e EMATER/PR

Os insetos-pragas são um dos principais problemas da cultura da soja, especialmente o grupo dos percevejos, devido à maior dificuldade de controle e ao potencial de danos que possuem. Estima-se que, anualmente, são gastos 4-5 milhões de litros de inseticidas para o seu controle, com um custo de 40-50 milhões de dólares. Para a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis* Hübner), outra praga importante da cultura, estima-se um gasto de 2-4 milhões de litros de inseticidas, a cada safra, com um custo médio de 30 milhões de dólares. Esses fatos, por si só, justificam a realização de pesquisas para tentar modificar esse quadro. Há necessidade de se buscar táticas alternativas ao uso excessivo de produtos químicos, os quais aumentam os custos de produção, poluem o ambiente e oferecem riscos de intoxicação ao homem e aos animais domésticos, afetando a natureza e a sociedade como um todo. O objetivo geral do projeto é o aprimoramento do Programa de Manejo Integrado de Pragas da Soja (MIP-Soja), através da incorporação de novos conhecimentos, visando a redução do uso de inseticidas na cultura. Dentre os resultados relevantes obtidos até o presente momento, tem-se a utilização da vespinha *Trissolcus basalis* (Wollaston), parasitóide de ovos de percevejos, a qual, através de liberações inoculativas nas lavouras, vem mostrando excelentes resultados como medida alternativa ao uso de produtos químicos para o controle destes insetos-pragas. Os percevejos também podem ser controlados eficientemente com inseticidas em baixas doses, misturados com sal de cozinha, inclusive através de aplicações aéreas. Estudos realizados com feromônios, substâncias utilizadas pelos insetos para se comunicarem entre si, possibilitaram a identificação do feromônio sexual do percevejo marrom, *Euschistus heros* (Fabr.), que é a principal espécie ocorrente nas lavouras da região Central do Brasil (Cerrados). Essa substância poderá vir a ocasionar mudanças na metodologia de amostragem, atualmente preconizada para esse percevejo e para outros que atacam a soja, que é o pano-de-batida, tido como “trabalhoso” por parte do agricultor.

Outro resultado importante, conseguido através do projeto, foi a redução de 50% da dose recomendada de diflubenzurom para controle da lagarta-da-

soja, a partir da safra 96/97, em relação à dose utilizada deste produto em anos anteriores. O uso do inseticida biológico *Baculovirus anticarsia*, para controle dessa praga, atinge, atualmente, cerca de 1,4 milhões de hectares. Devido ao uso dessa tecnologia, anualmente, mais de 1,2 milhões de litros de agroquímicos não são despejados no meio ambiente.

Finalmente, a maioria das ações de difusão do MIP-Soja têm se concentrado no Paraná, em parceria com a EMATER-PR, em microbacias. Nessas áreas já ocasionaram decréscimo no número de aplicações de inseticidas realizadas pelos sojicultores assistidos, visando o controle da lagarta-da-soja e de percevejos, de **2,7**, na safra 94/95, para **1,9** na safra 98/99, sendo também inferior à média de todo o estado (2,3). Além dessa diminuição nas aplicações, houve mudanças nos produtos utilizados. Na safra 92/93, para o controle da lagarta-da-soja, **90,7%** das aplicações foram realizadas com produtos de largo espectro, considerados não seletivos para insetos benéficos no agroecossistema da soja (clorpirifós, dimetoato, endossulfam, metamidofós, monocrotofós, paratiom metílico e piretróides,) e **9,3%** das aplicações com produtos seletivos (*Baculovirus anticarsia*, *Bacillus thuringiensis* e reguladores de crescimento); na última avaliação (safra 98/99), 66% (54% nos produtores assistidos pela EMATER-PR) das aplicações foram feitas com produtos de largo espectro e 34% (46% nos sojicultores atendidos pela EMATER-PR) com produtos seletivos. *Baculovirus anticarsia* foi utilizado em 21% das aplicações para o controle da lagarta-da-soja (38,4 % para os produtores orientados pela EMATER-PR).

9.1 Bioecologia e Danos de Percevejos-pragas da Soja (04.0.94.323-01)

Antônio Ricardo Panizzi,
Viviane Ribeiro Chocorosqui¹,
Shirlei Regina Cardoso²,
Ana Paula Mourais Mourão³,
Emerson Durski Machado de Oliveira³,
Maurício Ursi Ventura¹

9.1.1. Biologia do percevejo *Piezodorus guildinii* (Westwood) em *crotalaria nativa*

A crotalaria nativa, *Crotalaria lanceolata* E. Mey. (Leguminosae) foi encontrada abrigando o percevejo verde peque-

no, *Piezodorus guildinii* (Westwood), no Estado do Paraná, Brasil.

Em laboratório, as ninfas tiveram uma sobrevivência maior quando alimentadas com vagens imaturas de crotalaria (64,0% de mortalidade) do que quando alimentadas com vagens imaturas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill (88,0% de mortalidade). Do segundo estágio ninfal à fase adulta, as ninfas requereram menos tempo para completar seu desenvolvimento em crotalaria (média de fêmeas e machos = 18,4 dias) do que em soja (21,5 dias). O peso corporal fresco na emergência dos adultos foi maior quando as ninfas alimentaram-se de vagens de crotalaria (média de fêmeas e machos = 51,4 mg)

¹ Aluna doutorado da UFPR.

² Estagiária do CNPq.

³ Aluna de mestrado da UEL.

do que quando se alimentaram de vagens de soja (42,2 mg).

Os adultos de *P. guildinii* tenderam a viver por mais tempo em crotalária (34,6 dias) do que em soja (28,8 dias). Entretanto, a performance reprodutiva das fêmeas, embora semelhante nos dois alimentos, tendeu a ser superior em soja.

Esses resultados indicam que as ninfas de *P. guildinii* se desenvolvem e os adultos se reproduzem na crotalária nativa. Os dados obtidos nesse estudo sugerem que, comparado à soja, a crotalária é mais adequada para o desenvolvimento das ninfas, não havendo, entretanto, diferença para a reprodução dos adultos.

9.1.2. Desempenho e preferência alimentar de ninfas e de adultos de *Piezodorus guildinii* (Westwood) em vagens de soja em diferentes fases de desenvolvimento

Com o objetivo de estudar a influência das vagens de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em diferentes estádios de desenvolvimento (R3 - R8) na performance de ninfas e de adultos do percevejo verde pequeno *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) em laboratório, e a flutuação populacional deste percevejo em relação à fenologia da planta de soja foi realizado este estudo.

Em laboratório, as ninfas tiveram um desempenho melhor quando alimentadas com vagens de soja no início e final do enchimento de grãos (estádios R5 e R6), do que quando alimentadas com vagens nos demais estádios. Embora as ninfas tenham requerido um tempo semelhante para completar o desenvolvimento e ob-

tidos pesos semelhantes na emergência dos adultos, a mortalidade foi menor no estádio R6 (47,5%) do que em vagens nos demais estádios; no início e final de formação das vagens (estádios R3 e R4) a mortalidade chegou aos 100%, e em vagens no início da maturação (estádio R7) a mortalidade foi de 81,7%, em vagens no estádio R8 (final da maturação) a mortalidade foi de 100% e em sementes secas de soja a mortalidade foi de 76,7%.

A retirada da pilosidade das vagens em R6 foi prejudicial para as ninfas de *P. guildinii*, chegando a 60% de mortalidade nas vagens com a retirada total da pilosidade, contra 35% das vagens sem a retirada da pilosidade (vagens normais).

Os adultos de *P. guildinii* mostraram um desempenho melhor em vagens nos estádios R5 e R6 do que em vagens nos estádios R3, R4, R7, R8 e em sementes secas de soja (R8 SSS).

Fêmeas e machos tiveram longevidades maiores quando foram alimentados com vagens no estádio R5; 50% das fêmeas ovipositaram quando foram alimentadas com vagens no estádio R5 e nenhuma quando alimentadas com vagens nos estádios R3 e R4; no estádio R6 45% das fêmeas ovipositaram; no estádio R7, 20%; no estádio R8, 10%, e em sementes secas de soja (R8 SSS) 5%.

O período de pré-oviposição foi menor para o estádio R6 e maior para o estádio R7. O número de massas de ovos e de ovos foi superior para fêmeas que foram alimentadas com vagens do início do enchimento de grãos, e o maior peso foi obtido para fêmeas alimentadas com vagens no estádio R6 no 29º dia de idade.

Piezodorus guildinii também mostrou uma maior atividade alimentar em vagens no estádio R5, e um maior número de visitas nas vagens no estádio R6, do que em vagens nos estádios R3, R7 e R8 (final da maturação).

Os percevejos adultos colonizaram a soja a partir do estádio R5 e as ninfas a partir do estádio R6, ambos apresentando as maiores populações no final da maturação da soja (estádio R8).

Esses resultados indicam que o percevejo *P. guildinii* se desenvolve melhor em vagens nos estádios de enchimento de grãos (R5 e R6) e nos estádios de formação das vagens (R3 e R4) e de maturação (R7, R8 e R8 SSS) apresentam performance insatisfatória para o seu desenvolvimento, tanto de ninfas, como de adultos.

9.1.3. Seleção hospedeira do percevejo formigão, *Neomegalotomus parvus* (Westwood) (Hemiptera: Alydidae)

Estudou-se a seleção hospedeira em *Neomegalotomus parvus* (Westwood) (Hemiptera: Alydidae). *N. parvus* ocorreu sobre as plantas hospedeiras leguminosas praticamente o ano todo. Os insetos localizaram-se principalmente em vagens maduras, seguindo uma distribuição contagiante (binomial negativa). Os ovos foram depositados principalmente em guandu, *Cajanus cajan* (L.) Millsp., seguido pela soja, *Glycine max* (L.) Mer., e lab-lab, *Dolichos lablab* L. (nas vagens secas em guandu, mas também em vagens verdes em guandu, soja e lab-lab). Não foram verificados ovos em feijão, *Phaseolus vulgaris* L. e arroz, *Oryza sativa* L.

Em laboratório, ninfas isoladas em testes com chance de escolha, visitaram primeiro sementes de guandu, lab-lab e soja ao invés de sementes de feijão. As percentagens de tateamento/antenação resultantes em prova e percentagens de provas resultantes em alimentação foram maiores em sementes de feijão (97 e 75%, respectivamente) e guandu (87 e 70%) do que em lablab (55 e 40%), soja (50 e 20%) ou arroz (5 e 0%). Não foram encontradas diferenças significativas no número de flanges (bainhas alimentares) depositadas em sementes de guandu, feijão e lab-lab (ca. 30); < 5 flanges foram depositadas em soja e nenhuma em sementes de arroz. No início, os insetos se localizaram, preferencialmente, em sementes de guandu e depois se dispersaram para outros alimentos, principalmente lab-lab.

Em testes com 10 ninfas/placa de Petri, o número de flanges em guandu (41%) foi maior do que em feijão, lab-lab e soja (< 11%) ou arroz (0%). Após dois, quatro e cinco dias, ninfas localizaram-se preferencialmente em sementes de guandu do que nos outros alimentos testados. A preferência alimentar foi influenciada pelo fornecimento de água. Em testes sem chance de escolha, a duração média das sessões alimentares e a maior sessão foram superiores em lab-lab do que guandu, soja ou arroz.

Testes com adultos, indicaram que vagens de guandu foram localizadas mais rapidamente, seguidas pelas de feijão, soja e de arroz; o tateamento/antenação foi mais rápido em guandu do que em soja, e o tempo de prova foi mais longo

em soja do que guandu e feijão. Foram observados 12 sensilos na extremidade do lábio, que tiveram penetração de nitrato de prata na extremidade distal, indicando permeabilidade da cutícula, com possível função gustativa. Bloqueamento de olhos, antenas, abdômen ou tarsos e de todas estas estruturas, simultaneamente, não afetaram a escolha de fendas em vagens de guandu para deposição dos ovos. Os ovos foram depositados principalmente no período vespertino; fêmeas apresentaram comportamento de exploração da superfície do alimento nas vagens e esfregaram ovipositor, desencadeando a oviposição.

Mecanorreceptores foram observados no ovipositor. Sensilos com características de mecanorreceptores foram constatados nos quatro segmentos das antenas. No quarto segmento, a densidade de sensilos foi maior, incluindo também sensilos com características de olfativos. Sem movimentação do ar, os percevejos com antenas intactas localizaram o alimento mais freqüentemente e rapidamente do que aqueles com antenas bloqueadas ou amputadas. Os percevejos discriminaram sementes intactas de sementes vedadas com "parafilm", mas quando o último segmento da antena foi bloqueado não houve discriminação. Com movimentação do ar, os insetos foram atraídos pelo cheiro de vagens secas e verdes de guandu e extratos hexânicos de vagens secas, mas não responderam a panículas de arroz e ao feromônio extraído dos machos.

Os insetos submetidos à vedação dos olhos localizaram menos o alimento

(48%) do que aqueles do tratamento testemunha (75%). Os adultos com os olhos vedados que localizaram o alimento, o fizeram em maior tempo (130,5 min.) do que os insetos testemunha (96,7 min.). A distância total percorrida não foi afetada pela vedação dos olhos dos insetos. Machos foram atraídos diferentemente por armadilhas em resposta a cores, principalmente ao verde e amarelo. Estes foram também atraídos a armadilhas com outros machos, indicando a produção de feromônio de agregação.

9.1.4. *Diapausa e diferentes formas sazonais em *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae) no Norte do Paraná*

O percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabr.) foi coletado em girassol [*Helianthus annuus* (L.)], soja [*Glycine max* (L.) Merrill], carrapicho-de-carneiro [*Acanthospermum hispidum* (DC.)] e palhada de mangueira [*Mangifera indica* (L.)] e ligustro (*Ligustrum lucidum* Ait.), durante o período de um ano, para avaliação da ocorrência de diapausa e de diferentes formas sazonais.

A maior percentagem (cerca de 90%) de insetos com órgãos reprodutivos maduros foi observada no verão (dezembro-março), quando os insetos estavam no girassol ou na soja. Com a chegada do outono, a maioria dos insetos (cerca de 87%) apresentou órgãos reprodutivos imaturos, sendo encontrados no carrapicho-de-carneiro e palhada.

Os espinhos pronotais apresentaram-se mais desenvolvidos nos insetos com órgãos reprodutivos maduros (3,23 e 3,27 mm para machos e fêmeas, respec-

tivamente) que nos insetos com órgãos reprodutivos imaturos (2,91 e 2,89 mm).

Os insetos apresentaram duas colorações distintas, marrom-escura e marrom-avermelhada, porém a coloração marrom-avermelhada foi predominante em adultos maduros e imaturos coletados durante todo o ano.

Adultos parasitados por *Hexacladia smithii* (Ashmead) (Hymenoptera: Encyrtidae) e taquinídeos, principalmente *Trichopoda nitens* (= *T. giacomellii*) (Blanchard) (Diptera: Tachinidae) (cerca de 80% dos machos e 40% das fêmeas amostradas) foram observados no verão (dezembro), quando os insetos colonizaram o girassol. Em soja, cerca de 12% dos machos e 10% das fêmeas estavam parasitados, enquanto na palhada o parasitismo atingiu 5% dos machos e das fêmeas.

Esses resultados demonstram que, no outono/inverno, quando o fotoperíodo é menor, a maioria dos insetos permanece inativa sob folhas mortas (palhada), apresentando órgãos reprodutivos imaturos e espinhos pronotais pouco desenvolvidos, indicando serem diapausantes.

9.1.5. Estágios ninfais fotossensíveis à indução da diapausa em *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae)

Foram desenvolvidos estudos em laboratório com o percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabr.) para se determinar o estágio fotossensível à indução da diapausa. Utilizaram-se duas combinações de fotoperíodo 10L: 14E e 14L: 10E mantendo-se constante a temperatura em $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e a umidade relativa em $65 \pm 5\%$.

Fases distintas do desenvolvimento dos insetos foram submetidas às combinações fotoperiódicas, com os seguintes tratamentos: T1 = 10L: 14E (ovo-adulto); T2 = 14L: 10E (ovo) e 10L: 14E (1º instar-adulto); T3 = 14L: 10E (ovo-1º instar) e 10L: 14E (2º instar-adulto); T4 = 14L: 10E (ovo-2º instar) e 10L: 14E (3º instar-adulto); T5 = 14L: 10E (ovo-3º instar) e 10L: 14E (4º instar-adulto); e T6 = 14L: 10E (ovo-4º instar) e 10L: 14E (5º instar-adulto).

Sob fotoperíodo de dias curtos, de ovo a adulto (T1), o tempo de incubação dos ovos foi maior (6,1 dias) do que o observado nos demais tratamentos (5,3 a 5,6 dias). O tempo total de desenvolvimento foi maior (35,5 dias) para insetos submetidos a fotoperíodo de dias curtos, a partir do ovo (T1), do 1º instar (T2), do 2º instar (T3) ou do 4º instar (T4), do que para os insetos sob fotoperíodo de dias curtos a partir do 4º (T5) ou 5º instar (T6; cerca de 32,0 dias).

A mortalidade total foi maior (56,7%) para os insetos que permaneceram sob fotoperíodo de dias curtos, de ovo a adulto (T1), do que para aqueles nos demais tratamentos (26,7 a 45,0%). Insetos submetidos ao fotoperíodo de dias curtos, a partir do ovo (T1), 1º instar (T2), 2º instar (T3) ou 3º instar (T4) apresentaram de 84,8% a 100% dos indivíduos em diapausa. A partir do tratamento com fotoperíodo longo, até o 3º instar (T5), não ocorreu mais diapausa.

Esses resultados demonstram que a fotossensibilidade de *E. heros* inicia-se nos primeiros estágios de desenvolvimento, e que se acentua a partir do 3º instar.

9.1.6. Impacto de sistemas de cultivo na abundância e danos de *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) em trigo no Sul do Brasil

O percevejo pentatomídeo *Dichelops melacanthus* (Dallas) foi encontrado como uma nova praga do trigo no Sul do Brasil. Resultados de avaliações no campo indicam que esse percevejo está associado com o sistema de plantio (semeadura) direto, o qual favorece a sua biologia resultando no aumento da sua população.

Adultos e ninfas foram encontrados principalmente no solo, próximos aos caules das plantas de trigo e sob resíduos das culturas semeadas anteriormente no verão, como a soja e o milho. Trigo cultivado em plantio convencional, com preparo do solo, permaneceu livre do ataque dos percevejos. *D. melacanthus* causou danos substanciais às plantas de trigo, particularmente às plântulas.

Como resultado do ataque do percevejo, numa população de aproximadamente 3 percevejos/m², a partir da emergência das plântulas, ocorreu redução de até 34% no número de espigas. O rendimento em grãos foi afetado em 31% devido ao ataque dos percevejos. O peso de 1000 grãos tenha sido reduzido foi reduzido em cerca de 5%.

Estratégias de manejo visando eliminar os restos de culturas sobre o solo que oferecem abrigos aos percevejos, através da lavração e gradagem devem reduzir os danos de *D. melacanthus* ao trigo no Sul do Brasil.

9.2 Ecologia Química de Percevejos-pragas da Soja (04.0.94.323-02)

Antônio Ricardo Panizzi, Shirlei Regina Cardoso¹
e Alexandre Cattelan

9.2.1. Estudo de simbioses associados aos ovos do percevejo *Nezara viridula* (L.) Merrill

O simbioses (microorganismos) desempenham um papel importante na biologia de muitos insetos. No caso do percevejo verde, *Nezara viridula* (L.), suspeita-se que os simbioses sejam depositados sobre as massas de ovos e que as ninfas de primeiro ínstar, as quais não se alimentam, ingerem os simbioses ao permanecerem sobre as posturas até mudarem para o segundo ínstar.

Assim, procurou-se testar o possível efeito dos simbioses na biologia do *N. viridula*. Posturas foram obtidas da criação de percevejos da Embrapa Soja, em Londrina, PR, durante os meses de janeiro a junho de 1999. Uma postura foi levada ao laboratório de microbiologia para verificar a presença de microorganismos na superfície da massa de ovos.

Esta postura foi colocada em um frasco eppendorf, contendo 1 ml de água destilada esterilizada, agitada durante 5 minutos em agitador de tubos Mod. AT56 (Phoenix). Após este procedimento, foram feitas as diluições decimais sucessivas da solução agitada (0,1ml) em seis frascos eppendorfs contendo 0,9ml de 0,1M MgSO₄ (pH 7,0) até 10⁻⁷. O plaqueamento foi realizado em 0,1x TSA. As placas contendo esse meio foram co-

¹ Estagiária do CNPq.

locadas em câmaras de germinação (Mod. 347 CDG) a 28°C e observadas diariamente para avaliar o crescimento de colônias.

Devido à presença de colônias nas placas de TSA, foram realizadas repicagens, individualizando aquelas com alguma diferença visual de coloração em placas com o meio de TSA. A repicagem foi feita espalhando material das colônias com palitos de madeira (quatro palitos por placa). Após 24 horas, realizou-se novas repicagens das colônias isoladas, as quais foram denominadas: Simb1, Simb2, Simb3, Simb4, Simb5 e Simb6.

Uma nova postura foi coletada na criação e dividida em oito partes. Uma das partes foi mantida ao natural e as outras foram expostas à radiação UV em câmara de fluxo laminar a uma distância de 30 cm por 5 minutos.

Seis frascos eppendorfs foram preparados com 1ml de água autoclavada. Com o auxílio da alça de Drigalski, o material de cada placa foi coletado, colocado nos frascos e misturado, agitando-se durante 5 minutos. Após este procedimento, seis partes da postura foram imersas nos frascos previamente preparados com o material das colônias isoladas e houve nova agitação por aproximadamente 5 minutos. As posturas reinoculadas foram dispostas separadamente em placas de Petri (9,0x3,5 cm) e mantidas em câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR, fotoperíodo 14hL:10hE); o mesmo foi feito com a parte restante da postura irradiada e a parte que não sofreu tratamento, para realização da biologia de ninfas, totalizando oito tratamentos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

A mortalidade total (média dos testes 1 e 2) das ninfas de *N. viridula* foi significativamente maior no tratamento com Simb2 (81,1%) em relação aos demais tratamentos (Figura 9.1). Observou-se também que no tratamento com Simb1, houve uma alta mortalidade das ninfas (77,5%), seguido pelo tratamento Simb5, que foi de 61,5%. Nos tratamentos Irradiada e Simb3, as ninfas apresentaram mortalidade semelhante (50,2 e 53,5 respectivamente). Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos Simb6 e Testemunha. Houve diferença significativa na mortalidade total das ninfas submetidas ao tratamento Simb4 (30,5%), em comparação aos demais.

No teste 1, quanto ao tempo de desenvolvimento (dias), não foram observadas diferenças significativas no 2º, 3º e 5º ínstar (Tabela 9.1). No 4º ínstar, o tempo de desenvolvimento das ninfas submetidas à irradiação foi significativamente maior ou tendeu a ser maior, em relação aos demais tratamentos. Já as ninfas submetidas ao tratamento Simb1, Simb2, Simb3, Simb6 e testemunha, não apresentaram diferenças significativas entre si. O 5º ínstar foi o mais longo em relação aos demais em todos os tratamentos.

Quanto ao tempo total de desenvolvimento, não foram observadas diferenças significativas entre as fêmeas dos oito tratamentos. Os machos submetidos aos **tratamento Simb3 e Simb1** apresentaram

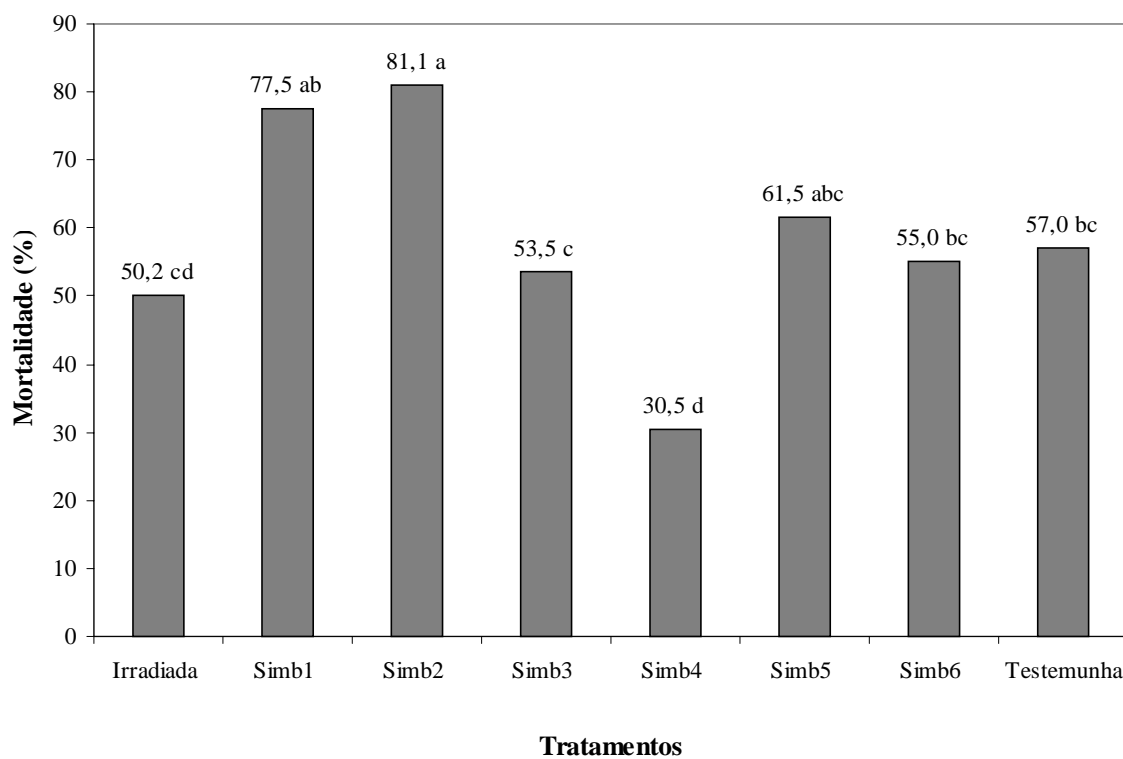


FIG. 9.1. Mortalidade média (testes 1 e 2) de ninfas de *Nezara viridula* em diferentes tratamentos com microorganismos inoculados. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

tempo total de desenvolvimento significativamente diferentes (24,7 e 33,3 dias, respectivamente). Nos tratamentos Irradiada, Simb2, Simb4, Simb5, Simb6 e testemunha, não foram observadas diferenças significativas quanto ao tempo total de desenvolvimento.

No teste 2, ninfas de 2º ínstar submetidas ao tratamento Simb5 apresentaram tempo de desenvolvimento significativamente maior, em relação aos tratamentos Simb6 e a testemunha (Tabela 9.2). Nos tratamentos Irradiada, Simb1, Simb2, Simb3 e Simb4 não apresentaram diferenças significativas entre si. No

3º ínstar, ninfas submetidas aos tratamentos Irradiada, Simb3 e Simb6 apresentaram tempo de desenvolvimento significativamente menor, em relação ao tratamento Simb1. Nos outros tratamentos restantes, as ninfas de 3º ínstar não apresentaram diferenças significativas entre si. No 4º ínstar, ninfas submetidas ao tratamento Simb1 e a testemunha apresentaram tempo de desenvolvimento significativamente maior, quando comparadas às ninfas submetidas ao tratamento Simb3. Nos outros tratamentos não foram observadas diferenças significativas entre si. Ninfas de 5º ínstar não apresen-

TABELA 9.1. Tempo de desenvolvimento (dias) de ninfas de *Nezara viridula* em diferentes tratamentos com microorganismos inoculados (número de ninfas entre parênteses) (Teste 1). Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

Tratamentos	Ínstares					
	2º	3º	4º	5º	2º-5º	2º-5º
					Fêmeas	Machos
Irradiada	6,5±0,31 a (10)	6,4±1,19 a (10)	7,2±0,62 a (8)	11,7±0,36 a (8)	32,8±2,27 a (6)	29,5±0,50 ab (2)
Simbionte 1	5,4±0,25 a (11)	8,8±2,70 a (6)	6,4±0,51 ab (5)	9,2±0,63 a (4)	26,0±0,00 a (1)	33,3±4,91 a (3)
Simbionte 2	6,0±0,22 a (7)	5,3±0,42 a (6)	6,2±0,25 ab (4)	12,2±1,38 a (4)	27,5±0,50 a (2)	31,5±1,50 ab (2)
Simbionte 3	6,3±0,73 a (9)	4,8±0,17 a (6)	6,2±0,31 ab (6)	9,7±0,66 a (6)	29,0±1,00 a (2)	24,7±0,75 b (4)
Simbionte 4	6,0±0,29 a (9)	5,2±0,22 a (9)	6,1±0,20 b (9)	11,2±0,40 a (9)	28,3±0,33 a (3)	28,7±0,99 ab (6)
Simbionte 5	5,9±0,26 a (13)	5,8±1,05 a (10)	5,8±0,22 b (9)	11,0±1,16 a (8)	27,3±1,47 a (6)	32,5±3,50 ab (2)
Simbionte 6	6,2±0,40 a (6)	6,0±0,52 a (6)	6,7±0,48 ab (4)	11,7±0,25 a (4)	33,0±0,00 a (1)	30,0±1,15 ab (3)
Testemunha	6,5±0,29 a (4)	6,5±0,87 a (4)	7,0±0,00 ab (4)	11,7±0,67 a (3)	30,0±0,00 a (1)	32,5±2,50 ab (2)

taram diferenças significativas entre si, em todos os tratamentos, sendo este resultado semelhante ao teste 1. Não foram observadas diferenças significativas no tempo total de desenvolvimento de fêmeas, em todos os tratamentos, com exceção do Simb2, quando não se obteve nenhuma fêmea. Machos submetidos ao tratamento Simb3 apresentaram tem-

po total de desenvolvimento significativamente menor em relação à testemunha. Nos tratamentos Irradiada, Simb2, Simb4 e Simb5 não foram observadas diferenças significativas entre si (nos tratamentos Simb1 e Simb6 não houve adultos machos).

Quanto ao peso corporal (mg), não foram observadas diferenças significati-

TABELA 9.2. Tempo de desenvolvimento (dias) de ninfas de *Nezara viridula* em diferentes tratamentos com microorganismos inoculados (número de ninfas entre parênteses) (Teste 2). Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

Tratamentos	Ínstares					
	2º	3º	4º	5º	2º-5º	2º-5º
					Fêmeas	Machos
Irradiada	6,5±0,50 ab (8)	4,7±0,21 b (6)	6,2±0,40 ab (6)	11,7±2,45 a (6)	29,2±0,75 a (4)	29,0±1,00 ab (2)
Simbionte 1	6,5±0,50 ab (6)	9,3±1,20 a (3)	8,3±0,88 a (3)	12,0±0,00 a (2)	35,0±0,00 a (2)	–
Simbionte 2	6,0±0,00 ab (1)	5,0±0,00 ab (1)	6,0±0,00 ab (1)	12,0±0,00 a (1)	–	29,0±0,00 ab (1)
Simbionte 3	6,3±0,22 ab (14)	4,7±0,24 b (11)	5,9±0,39 b (11)	10,9±0,48 a (9)	30,5±2,40 a (4)	26,4±0,40 b (5)
Simbionte 4	6,3±0,33 ab (9)	6,2±0,46 ab (9)	6,9±0,67 ab (8)	13,1±1,35 a (8)	34,0±2,11 a (6)	29,0±1,00 ab (2)
Simbionte 5	7,4±0,57 a (15)	6,9±1,29 ab (10)	7,0±0,38 ab (7)	12,0±0,65 a (7)	33,2±3,04 a (4)	28,7±0,67 ab (3)
Simbionte 6	6,0±0,00 b (13)	4,8±0,32 b (13)	6,4±0,25 ab (11)	11,9±0,61 a (8)	28,9±0,64 a (8)	–
Testemunha	5,7±0,27 b (11)	6,2±0,33 ab (10)	7,2±0,13 a (10)	13,3±1,54 a (10)	31,5±1,77 a (8)	38,0±11,89 a (2)

vas entre as fêmeas dos oito tratamentos, tanto no teste 1, como no teste 2 (com exceção do tratamento Simb2, no teste 2, que não houve adultos fêmeas) (Tabelas 9.3 e 9.4). No teste 1, machos submetidos ao tratamento Simb1, Simb3, Simb4, Simb5 e Simb6 não apresentaram diferenças significativas entre si quanto ao peso corporal. Nos tratamen-

tos Irradiada e Simb2, os machos não apresentaram diferenças significativas entre si e em relação aos demais tratamentos. Machos do tratamento testemunha apresentaram peso significativamente menor, quando comparados aos machos dos tratamentos Simb1, Simb3, Simb4, Simb5 e Simb6. No teste 2, machos dos tratamentos Irradiada, Simb2, Simb3,

TABELA 9.3. Peso fresco (mg) de fêmeas e machos de *Nezara viridula* no 1º dia da fase adulta, em diferentes tratamentos com microorganismos inoculados (nº de insetos entre parênteses) (Teste 1). Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

Tratamento	Fêmeas ($\bar{X} \pm EP$)	Machos ($\bar{X} \pm EP$)
Irradiada	156,7 \pm 10,66 a (6)	114,5 \pm 14,50 a b (2)
Simbionte 1	174,0 \pm 0,00 a (1)	132,0 \pm 1,15 a (3)
Simbionte 2	136,5 \pm 5,50 a (2)	114,5 \pm 0,50 a b (2)
Simbionte 3	149,0 \pm 5,00 a (2)	130,0 \pm 7,43 a (4)
Simbionte 4	143,7 \pm 3,84 a (3)	118,0 \pm 6,60 a (6)
Simbionte 5	152,2 \pm 11,24 a (6)	125,0 \pm 3,00 a (2)
Simbionte 6	127,0 \pm 0,00 a (1)	123,0 \pm 2,52 a (3)
Testemunha	144,0 \pm 0,00 a (1)	94,0 \pm 8,00 b (2)

TABELA 9.4. Peso fresco (mg) de fêmeas e machos de *Nezara viridula* no 1º dia da fase adulta, em diferentes tratamentos com microorganismos inoculados (nº de insetos entre parênteses) (Teste 2). Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

Tratamento	Fêmeas ($\bar{X} \pm EP$)	Machos ($\bar{X} \pm EP$)
Irradiada	160,7 \pm 2,98 a (4)	143,0 \pm 19,00 a (2)
Simbionte 1	160,5 \pm 6,50 a (2)	—
Simbionte 2	—	146,0 \pm 0,00 a (1)
Simbionte 3	165,0 \pm 10,40 a (4)	135,4 \pm 6,38 a (5)
Simbionte 4	159,7 \pm 7,83 a (6)	126,0 \pm 2,00 a (2)
Simbionte 5	168,5 \pm 10,40 a (4)	119,3 \pm 2,40 a (3)
Simbionte 6	164,9 \pm 5,43 a (8)	—
Testemunha	148,2 \pm 10,06 a (8)	119,0 \pm 12,00 a (2)

Simb4, Simb5 e testemunha não apresentaram diferenças significativas quanto ao peso corporal, enquanto que nos tratamentos Simb1 e Simb6 não foram obtidos adultos machos.

A alta mortalidade total das ninfas de *N. viridula* submetidas ao tratamento com Simb2, em relação aos demais tratamentos, ocorreu possivelmente pela existência de microorganismos patógenos

presentes sobre os ovos. O desenvolvimento dos percevejos pode ser afetado por fatores abióticos como: umidade, temperatura, disponibilidade de alimento, qualidade nutricional do mesmo e também por fatores bióticos. Nos tratamentos Simb1 e Simb5, também foi observada alta mortalidade. Ninfas do tratamento Irradiada tenderam a apresentar mortalidade menor do que as ninfas da

testemunha. Este resultado parece incoerente, porém se supormos que a irradiação tenha eliminado mais eficientemente os microorganismos maléficos, restando parte dos microorganismos benéficos (supostos simbiossiontes), essas ninfas podem apresentar maior sobrevivência do que as ninfas da testemunha, cuja postura possuía provavelmente todos os microorganismos em questão (maléficos e benéficos). Foi alta a mortalidade total da testemunha, comparada às ninfas de *N. viridula* alimentadas com sementes verdes de soja (em geral em torno de 40%).

A baixa mortalidade total encontrada no tratamento Simb4 demonstra que este microorganismo isolado pode apresentar algum papel importante no desenvolvimento das ninfas de *N. viridula*.

Em conclusão, os resultados demonstram uma possível existência de microorganismos nos ovos de *N. viridula*, que podem promover uma mudança na performance das ninfas, sendo estes benéficos e/ou maléficos, beneficiando ou prejudicando o desenvolvimento das mesmas. Considerando a possibilidade da existência de simbiossiontes nas posturas de *N. viridula*, há uma importância muito grande em se estudar com mais detalhes a possível relação entre inseto e microorganismos e sua influência na sobrevivência de ninfas, assim como no desempenho dos adultos.

9.3 Interação Parasitóides e Percevejos na Cultura da Soja (04.0.94.323-03)

Beatriz S. Corrêa-Ferreira,
Wilsimar Adriana de A. Peres¹ e
Maria Clarice Nunes¹

9.3.1. Desempenho dos percevejos *Euschistus heros* (F.) e *Nezara viridula* (L.) em condições de criação em laboratório

Considerando os elevados índices populacionais do percevejo marrom *Euschistus heros* presentes nos campos de soja e da dificuldade cada vez maior de se encontrar grandes populações de *Nezara viridula* a campo, procurou-se avaliar a viabilidade e o desempenho da utilização do *E. heros*, como hospedeiro na produção de ovos, possibilitando a multiplicação de seu parasitóide preferencial *Telenomus podisi* e de futuras liberações em programas de controle biológico. Estudos comparativos foram realizados no período de fevereiro a maio, em salas climatizadas sob condições controladas de temperatura (25°C), umidade (60%) e fotoperíodo (14h:10h), onde criações das duas espécies de percevejos foram estabelecidas, utilizando-se gaiolas teladas e plantas de soja como alimento às ninfas, sendo aos adultos acrescentado sementes secas de soja e amendoim na dieta alimentar, conforme metodologia já estabelecida. O desenvolvimento das ninfas foi acompanhado a partir de 100 ovos colocados nas plantas de soja até o estágio adulto, enquanto o

¹ CNPq / Universidade Federal do Paraná.

desempenho dos adultos foi estudado durante 13 semanas, comparando-se populações formadas por percevejos das duas espécies, provenientes do campo e do laboratório das duas espécies. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com seis repetições.

A partir de 100 ovos colocados em plantas de soja em gaiolas de criação, verificou-se que 65% dos *E. heros* e 71,3% dos *N. viridula* completaram seu desenvolvimento atingindo a fase adulta, num tempo total médio de 33 e 34 dias, respectivamente.

Quando comparou-se o potencial reprodutivo das populações de *E. heros* provenientes de laboratório e campo, obteve-se uma produção total de ovos 2,1 vezes maior para a população de laboratório. Em média, adultos de *E. heros* de laboratório produziram 5547,0 ovos por gaiola, produção significativamente superior aos 2662,7 ovos produzidos pela população de campo. Para *N. viridula* entretanto, a população de campo foi a mais produtiva e apresentou uma produção de ovos 1,7 vezes maior que aquela produzida pelos percevejos criados em

laboratório, com um total médio de 3609,4 e 6304,9 ovos, respectivamente (Tabela 9.5).

Considerando o período total de observação (13 semanas), não se constatou diferença quanto ao tamanho das massas de ovos produzidas pelas populações de campo e laboratório das duas espécies de percevejos. Obteve-se um número médio de 6,9 e 6,8 ovos por postura para *E. heros* e de 60,7 e 52,9 ovos para *N. viridula* provenientes do campo e criados em laboratório, respectivamente (Tabela 9.5), entretanto, para o percevejo verde foi constatada até a quinta semana, massas de ovos significativamente maiores sendo produzidas pelas fêmeas provenientes do campo.

Quanto ao ritmo de postura apresentado pelas populações de *E. heros* e *N. viridula*, verificou-se que para as populações de percevejos provenientes do campo, a primeira semana foi a de maior produção, com média de 1645,2 e 2641,8 ovos produzidos por gaiola, respectivamente. A partir da segunda semana após a coleta dos adultos observou-se reduções drásticas na quantidade de ovos

TABELA 9.5. Desempenho médio das populações de adultos de *Euschistus heros* e *Nezara viridula* provenientes de laboratório e campo, mantidas em sala de criação no período de fevereiro a maio de 1999, Londrina, PR.

Parâmetros		Euschistus heros		Nezara viridula	
		Campo	Laboratório	Campo	Laboratório
Produção total de ovos		2262,7	5547,0	6304,9	3609,4
Nº de ovos/postura		6,8	6,9	60,7	52,9
Mortalidade Total (%)	3 semanas	33,3	22,5	82,3	68,3
	7 semanas	74,6	44,1	99,1	96,0
	13 semanas	86,8	66,4	100	100

colocados, sendo esta queda mais acentuada para *E. heros* (Fig. 9.2). Verificou-se que esses percevejos apresentaram maiores índices de mortalidade que aqueles criados em laboratório, durante todo o período de observação. Comportamento semelhante foi constatado também para os percevejos *N. viridula* coletados a campo que tiveram índices de mortalidade superiores aos da população de laboratório especialmente nas três primeiras semanas, sendo a partir daí constatadas mortalidades superiores a 95%, para as duas populações (Tabela 9.5).

Nas populações com percevejos criados em laboratório, verificou-se para *E. heros* que o pico de oviposição ocorreu na terceira semana de produção de ovos, com média de 809,8 ovos por gaiola, mantendo-se elevada até a quinta semana, enquanto para *N. viridula* a produção máxima foi verificada na segunda semana, com valores médios de 1181,2 ovos/gaiola.

Para o período de verão (fevereiro-março) e em condições de Londrina, PR, verificou-se que o desempenho reprodutivo das fêmeas de *E. heros* de campo foi significativamente inferior ao das fêmeas de laboratório, na produção total de ovos e especialmente, a partir da terceira semana (Fig. 9.2). Esta menor produção pode ser explicada, em parte, pela idade das fêmeas de campo, quando comparadas à homogeneidade na idade apresentada pela população de laboratório e, principalmente, pelo efeito do elevado índice de parasitismo causado pelo microhimenóptero *Hexacladia smithii*

(Ashmead) presente nesta população no período acompanhado. Para *N. viridula*, os percevejos coletados a campo apresentaram melhor desempenho reprodutivo em relação à população de laboratório em função do alto vigor apresentado por aqueles percevejos.

Conhecendo o período de maior desempenho reprodutivo e sobrevivência dos percevejos criados em laboratório ou trazidos do campo, através da determinação da época de maior produção de ovos, é possível evitar gastos desnecessários com a manutenção de percevejos contraproducentes. Desta forma, para criação dos percevejos em colônias recomenda-se para *E. heros* a manutenção das gaiolas em salas de criação por um período de duas e sete semanas para os percevejos do campo e do laboratório, respectivamente, sendo estes os mais produtivos, enquanto para *N. viridula*, as gaiolas devem ser mantidas por um período de quatro semanas, sendo a população de campo a de maior produção. É interessante ressaltar que essas produções são relativas ao período de fevereiro-abril, obtendo-se desempenho e produções de ovos totalmente diferenciados para as populações de campo das duas espécies no período de maio a setembro, em função especialmente do comportamento de diapausa apresentado pelo *E. heros*, quando as formas diapausantes permanecem em dormência neste período sem produzir ovos, e devido ao elevado índice de parasitismo pelo díptero *Trichopoda nitens* (Blanchard) presente na população de *N. viridula*.

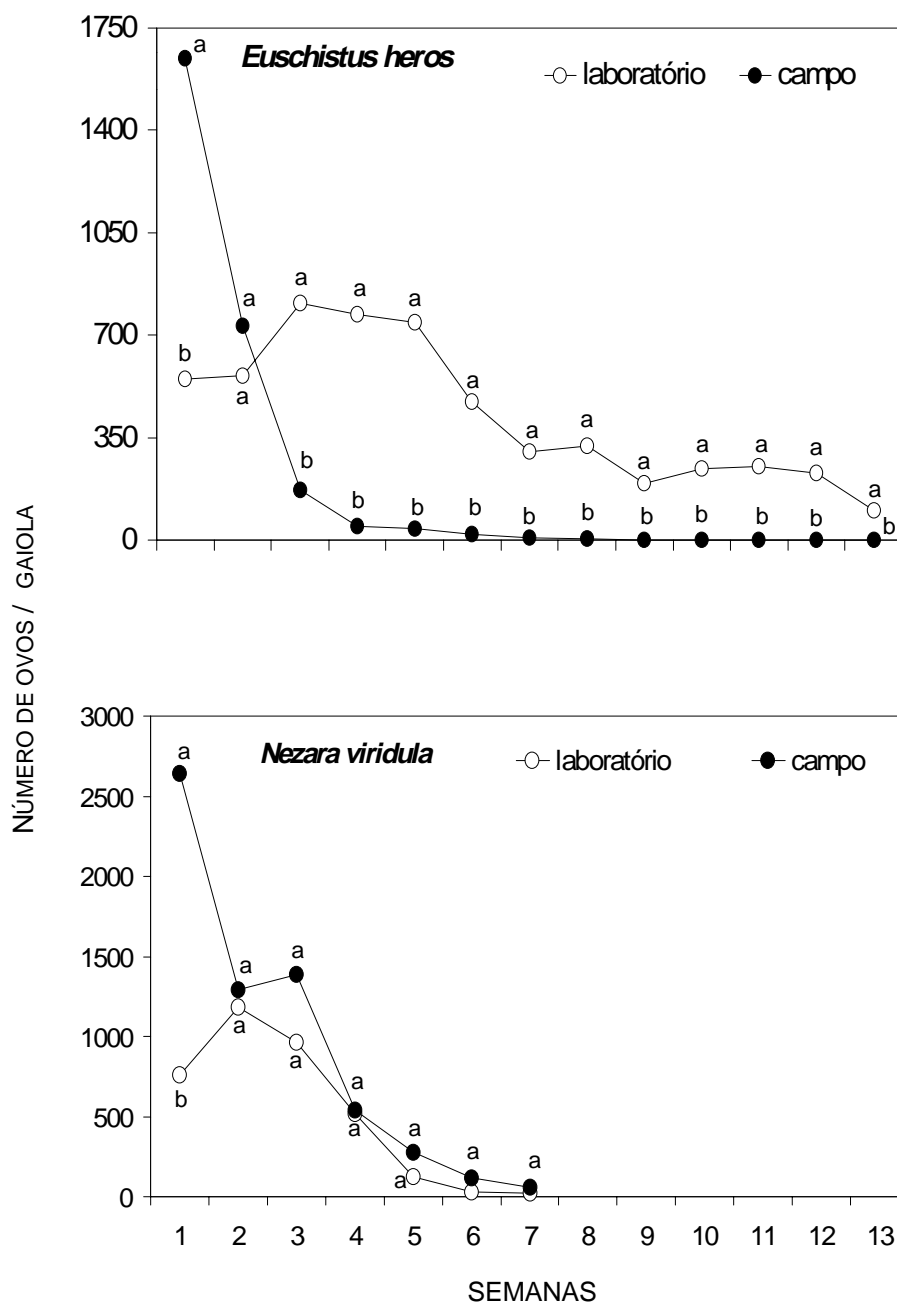


FIG. 9.2. Produção média de ovos de populações dos percevejos *Euschistus heros* e *Nezara viridula* criados em laboratório e provenientes do campo, mantidos sob condições de criação em laboratório, no período de fevereiro a maio de 1999. (Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%, quando comparadas na semana).

9.3.2. Influência do parasitismo de *Hexacladia smithii* Ashmead na sobrevivência e capacidade reprodutiva das fêmeas do percevejo marrom *Euschistus heros* (F.)

Considerando a elevada incidência natural do parasitóide *Hexacladia smithii* em adultos de *Euschistus heros* e da importância deste percevejo como praga na cultura da soja, avaliou-se a influência deste inimigo natural comparando-se a sobrevivência e o potencial reprodutivo de fêmeas sadias e parasitadas em diferentes idades de desenvolvimento (1,7 e 14 dias de vida adulta), sob condições controladas de laboratório ($25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$, $65\% \pm 10\%\text{UR}$ e 14L:10E).

Pelos resultados obtidos verificou-se acentuada influência do parasitismo de *H. smithii* no desempenho reprodutivo das fêmeas do percevejo marrom *E. heros* nas idades testadas, sendo a fecundidade drasticamente reduzida quando o parasitismo ocorreu no primeiro dia de vida adulta das fêmeas, período em que estas estavam reprodutivamente imaturas. Num período aproximado de 46 dias,

as fêmeas sadias de *E. heros* colocaram, em média, 66,9 ovos, correspondendo a 11,3 posturas por fêmea, fecundidade estatisticamente superior aos valores obtidos para as fêmeas parasitadas por *H. smithii* aos 1, 7 e 14 dias de vida adulta, quando se obteve valores médios de 1, 8,9 e 14,1 ovos por fêmea, respectivamente (Tabela 9.6).

Quanto ao tamanho das massas de ovos, não houve diferença entre os tratamentos, embora os dados mostraram uma tendência de posturas maiores (5,7 ovos) serem depositadas pelas fêmeas sadias em relação àquelas depositadas pelas fêmeas parasitadas (1 a 4,2 ovos por postura). Verificou-se que a fertilidade dos ovos de *E. heros* não foi afetada pelo parasitismo por *H. smithii* quando este ocorreu aos sete (60,4%) e 14 dias (71,4%), comparada a fertilidade de 94,2% apresentada pelas fêmeas sadias. No período observado, constatou-se que o parasitismo reduziu a sobrevivência dos percevejos. Aos 45 dias de vida adulta, 100% dos percevejos parasitados encontravam-se mortos, enquanto os

TABELA 9.6. Desempenho reprodutivo de fêmeas de *Euschistus heros* sadias e parasitadas por *Hexacladia smithii* aos 1, 7 e 14 dias de vida adulta.

Fêmeas	(n) ¹	Número / Fêmea ($X \pm EP$) ^{2,3}		Ovos/Postura ^{2,3} ($X \pm EP$)	Fertilidade (%) ^{2,4} ($X \pm EP$)
		No. de Posturas	No. de ovos		
Sadias	(25)	$11,3 \pm 1,61$ a	$66,9 \pm 10,46$ a	$5,7 \pm 0,33$ a	$94,2 \pm 3,20$ a
Parasitismo 1 dia	(15)	1,0 b	1,0 b	1,0a	0,0 b
Parasitismo 7 dias	(18)	$2,9 \pm 0,67$ b	$8,9 \pm 2,54$ b	$4,2 \pm 1,52$ a	$60,4 \pm 15,93$ ab
Parasitismo 14 dias	(17)	$3,8 \pm 0,77$ b	$14,1 \pm 3,72$ b	$3,4 \pm 0,58$ a	$71,4 \pm 3,10$ ab

¹ (n) = Número de fêmeas utilizadas.

² Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P=0,05$).

³ Dados transformados pela fórmula $\log(x + 1)$.

⁴ Dados transformados pela fórmula $\arcsin \sqrt{100/x}$.

sadios apresentavam 32% de sobrevivência.

Estes resultados indicaram que o parasitismo por *H. smithii* afetou a capacidade reprodutiva das fêmeas de *E. heros* em todas as idades testadas, sendo maior sua influência quando o parasitismo ocorreu no início da vida adulta (1 dia), reduzindo o número de descendentes gerados e causando elevada mortalidade em seu hospedeiro.

9.3.3. Efeito do amostrador na eficiência de extração de percevejos coletados com o método do pano de batida na cultura da soja

Determinações seguras dos níveis populacionais dos insetos são requeridas em programas de manejo integrado de pragas. Considerando a abundância e a importância que os percevejos representam para a cultura da soja, o monitoramento dessas populações é fundamental para a correta tomada de decisão de controle. Hoje o método recomendado na cultura da soja para o acompanhamento dos insetos é o pano de batida e, devido aos sérios problemas ocorridos em lavouras de soja por dano de percevejos, procurou-se verificar o efeito do amostrador na eficiência de extração dos percevejos com o uso deste método.

Em lavouras de soja com plantas em estágio reprodutivo (R4-R6), comparou-se o número de percevejos coletados com o pano de batida por dois grupos de monitores: aqueles especializados, que tinham conhecimento das diferentes espécies de percevejos, nos seus diferentes instares de desenvolvimento, repre-

sentando uma amostra padrão (equipe especializada) e aqueles que tinham um conhecimento geral sobre os percevejos e já usavam o pano para o monitoramento dos insetos e tomada de decisão, representando as amostragens realizadas nas lavouras de produtores (equipe de campo). O trabalho foi desenvolvido através de amostras pareadas, com 20 repetições em sete datas de amostragens, considerando-se para efeito de contagem ninfas de terceiro ao quinto ínstar e os adultos das diferentes espécies de percevejos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste F.

Nas lavouras amostradas a população de percevejos esteve representada basicamente pelas espécies *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* e *Euschistus heros* que compunham cerca de 95% e de espécies como *Edessa meditabunda*, *Thyanta perditor* e *Acrosternum* sp. que apareceram esporadicamente e em menor número período. Pelos resultados obtidos com o uso do pano de batida, verificou-se sempre um número menor de percevejos nas amostras realizadas pelos monitores de campo, variando de 0,8 a 5,4 percevejos/ pano em relação à média nas amostras realizadas pelos monitores especializados, que variou de 2,0 a 12,0 percevejos/ pano. No total das coletas, verificou-se efeito do amostrador na extração dos percevejos, constatando-se uma eficiência 50% menor quando comparou-se o número médio de 3,2 e 6,7 percevejos/2m, amostrados por monitores de campo e monitores especializados, respectivamente (Tabela 9.7).

Observou-se, entretanto, que as maiores diferenças entre as duas equipes ocorreram quanto ao número de ninfas amostradas, sendo estas muitas vezes não consideradas, na contagem, pela equipe dos monitores de campo.

Considerando que a população de percevejos presente na cultura da soja durante o período reprodutivo é composta em cerca de 71,8% de ninfas, o conhecimento das formas jovens e a contagem correta do número de ninfas presentes no pano de batida junto com a população de adultos é muito importante e tem grande influência na informação real do nível populacional de percevejos presentes nas lavouras e consequentemente na decisão de medidas de controle.

9.4 Efeito de Inseticidas Sobre Pragas e Inimigos Naturais (04.0.94.323-05)

Ivan C. Corso

A seletividade de inseticidas para inimigos naturais é um aspecto de importância fundamental no Programa de Manejo Integrado de Pragas da Soja. Com o objetivo de quantificar o impacto de alguns inseticidas e doses sobre o complexo de predadores das pragas principais, conduziu-se um experimento a campo, no ano agrícola de 1998/99, na Embrapa Soja, Londrina, PR. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições (parcelas)/tratamento, que mediram 10m x 15m. As plantas de soja, cv. BR-37, encontravam-se no estádio R4, com altura média de 0,80m. Os inseticidas foram aplicados com um pulverizador manual, propelido a CO₂, equipa-

TABELA 9.7. Número médio de percevejos amostrados pelo método do pano, realizado em lavouras de soja por duas equipes de monitores.

Amostragens	Número de percevejos/2m		Diferencial de captura EC/EP (%)
	Equipe de campo	Equipe especializada	
1	1,4B	5,7A	25,22
2	1,6A	2,0A	80,49
3	0,8A	2,1A	39,53
4	4,2B	8,2A	51,54
5	5,3B	12,0A	43,98
6	5,4B	11,4A	47,60
7	3,8B	5,8A	65,52
Média	3,21	6,73	50,55

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste F

² Equipe Campo = monitores de lavouras; Equipe Especializada = monitores especializados
N = 20

do com barra contendo quatro bicos X-3, gastando-se um volume de calda de 71L/ha. Os produtos testados e as doses, referidas em gramas de ingrediente ativo/hectare, foram: betaciflutrina CE (2,5), clorpirifós EC (112,5), etofenprox SC (15), fipronil GrDA (80), paratiom metílico ME (225), protiofós CE (150), tiametoxam GrDA (210), tiodicarbe GrDA (64) e triflummurom SC (14,4). Avaliações foram realizadas aos 0 (pré-contagem), 3, 5 e 7 dias após a aplicação (DAA) dos inseticidas, utilizando-se o método do pano para a realização das amostragens (quatro/parcela), e contando-se o número de predadores vivos, diretamente no campo. De acordo com os resultados obtidos, fipronil e tiodicarbe apresentaram seletividade média ao complexo de predadores avaliado (aranhas, *Lebia concinna*, *Nabis* spp., *Geocoris* spp. e *Podisus* spp., em ordem decrescente de quantidade populacional). Os demais inseticidas e doses testados apresentaram seletividade alta para esse conjunto de inimigos naturais, ficando com a nota final 1 (Tabela 9.8).



9.5 Epizootiologia de Entomopatógenos e Avaliação de seu Potencial no Controle Biológico de Pragas da Soja (04.0.94.323-06)

Daniel R. Sosa-Gómez, Flávio Moscardi,
Katiares Delpin¹ e Marcia Nozaki²

¹ Pronex, Núcleo de Manejo Integrado de Pragas.

² Universidade Estadual de Maringá.

9.5.1. Interações dos três níveis tróficos substrato, percevejos e fungos entomopatogênicos

Os objetivos deste experimento foram determinar o efeito da infecção por fungos entomopatogênicos sobre a frequência de picada de percevejos em diferentes substratos alimentares, durante o processo de infecção, e determinar se existe alguma influência do substrato sobre a mortalidade ocasionada pelo fungo *Metarhizium anisopliae*. Entre 12 e 14 percevejos das espécies *Euschistus heros* e *Nezara viridula* foram inoculados com conídios do fungo *M. anisopliae*. A inoculação foi realizada mediante a aplicação de diferentes concentrações dos conídios do fungo em caulim (1,5 e 2,5% peso/peso). Os percevejos inoculados com o fungo e a testemunha inoculada com caulim foram acondicionados, individualmente, em placas de Petri, e mantidos em câmaras de ambiente controlado. Cada percevejo foi alimentado com uma semente de soja ou guandu, hidratada, que era trocada diariamente e imersa em fucsina para visualizar as bainhas deixadas pelos percevejos. O número de bainhas foi quantificado diariamente, assim como a mortalidade, confirmando-se as causas de morte. Na análise, foram utilizados o número de bainhas deixadas por cada inseto, desconsiderando-se o valor observado no dia da morte. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas (teste de Mann Whitney) entre o número de bainhas deixadas pelos percevejos infectados por *M. anisopliae* e a testemunha (Tabelas 9.9 e 9.10), o que indica que a infecção não

TABELA 9.8. Número (N) total de predadores¹, presentes em 2m de fileira, e porcentagem de redução populacional (PRP), calculada pela fórmula de Henderson & Tilton, de inseticidas aplicados sobre plantas de soja. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1998/99.

Tratamento	Dose (g i.a./ha)	Dias após a aplicação (DAA)								Média (PRP)	Nota
		0	3		5		7				
		N	N	PRP	N	PRP	N	PRP			
Betaciflutrina CE	2,5	3,8 ² a ³	2,4abc	21	2,3 bcd	0	2,2 bcd	25	15	1	
Clorpirifós EC	112,5	2,3 a	1,4 c	23	2,6 bcd	0	2,6abc	0	8	1	
Etofenprox SC	15	3,0 a	2,5abc	0	3,1abc	0	3,6a	0	0	1	
Fipronil GrDA	80	2,9 a	1,9 bc	18	1,9 d	23	1,4 d	29	23	2	
Paratiom metílico ME	225	2,9 a	1,5 c	35	2,1 cd	14	2,1 bcd	6	18	1	
Protiofós CE	150	3,5 a	2,9ab	0	2,7 bcd	9	3,1ab	0	3	1	
Tiametoxam GrDA	210	2,4 a	3,4	0	3,3ab	0	2,9abc	0	0	1	
Tiodicarbe GrDA	64	2,8 a	1,6 c	28	1,8 d	25	1,9 cd	12	22	2	
Triflumurom SC	14,4	2,9 a	3,0ab	0	3,9a	0	3,4a	0	0	1	
Testemunha	–	3,9 a	3,1 ab	–	3,3ab	–	3,0ab	–			
CV (%)		23	20		17		17				

¹ *Nabis* spp. (23 %), *Geocoris* sp. (6,5 %), *Lebia concinna* (32 %), *Podisus* spp. (6,5 %) e aranhas (32 %). Esses percentuais foram calculados com base nas populações presentes na testemunha, por ocasião da pré-contagem (0 DAA).

² Média de quatro repetições.

³ Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

TABELA 9.9. Número de bainhas sobre sementes de diferentes hospedeiros, colocadas por espécimes de *Euschistus heros* infectados e não infectados (testemunha) por *Metarhizium anisopliae* (Ma12+ caulim, 1,25% peso/peso). Observações diárias. $26 \pm 1^\circ\text{C}$, 14 h de fotofase e $70 \pm 15\%$ de UR.

Trat. / Hospedeiro	Dias						
	1	2	3	4	5	6	7
Test. / Guandu	0,4	0,6	0,4	2,7	1,5	1,5	2,8
Ma12 / Guandu	0,3	1,6	2,8	1,6	2,8	2,0	2,9
Test. / Soja	0,1	1,9	3,2	2,7	1,0	1,3	4,4
Ma12 / Soja	0,2	0,0	0,9	0,2	0,3	1,0	3,5

As médias de cada dia foram comparadas pelo teste de Mann-Whitney e não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos.

TABELA 9.10. Número de bainhas sobre sementes de diferentes hospedeiros, colocadas por espécimes de *Nezara viridula* infectadas e não infectadas (testemunha) por *Metarhizium anisopliae* (Ma12+ caulim, 2,5% peso/peso). Observações diárias. $26 \pm 1^\circ\text{C}$, 14 h de fotofase e $70 \pm 15\%$ de UR.

Trat./Hospedeiro	Dias					
	1	2	3	4	5	6
Test./ Soja	2,1	8,6	12,6	0,0	11,1	6,0
Ma12/ Soja	3,7	5,9	8,7	0,0	7,7	2,0

As médias de cada dia foram comparadas pelo teste de Mann-Whitney e não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos.

alterou a frequência de picada das espécies avaliadas. De maneira semelhante à observada em anos anteriores, (Resultado de Pesquisa 1997), o número de *E. heros* mortos por *M. anisopliae* foi ligeiramente superior, após sete dias, quando os percevejos se alimentaram de guandu. Mas, não foi possível verificar se estas diferenças realmente ocorreram devido ao reduzido número de percevejos nesse dia (Fig. 9.3).

9.5.2. Efeito de aplicações de fungicidas sobre a incidência do fungo *Nomuraea rileyi* em populações da lagarta-da-soja

Para determinar o efeito de fungicidas sobre o fungo *N. rileyi*, em campo, na safra 98/99, foram tratadas três áreas (2666 m² cada uma), quando as plantas de soja encontravam-se no estágio R1-R2. Os fungicidas aplicados foram difenoconazole (Score, 75 g. i.a./ha) e benomil (Benlate, 260 g i.a/ha), ambos

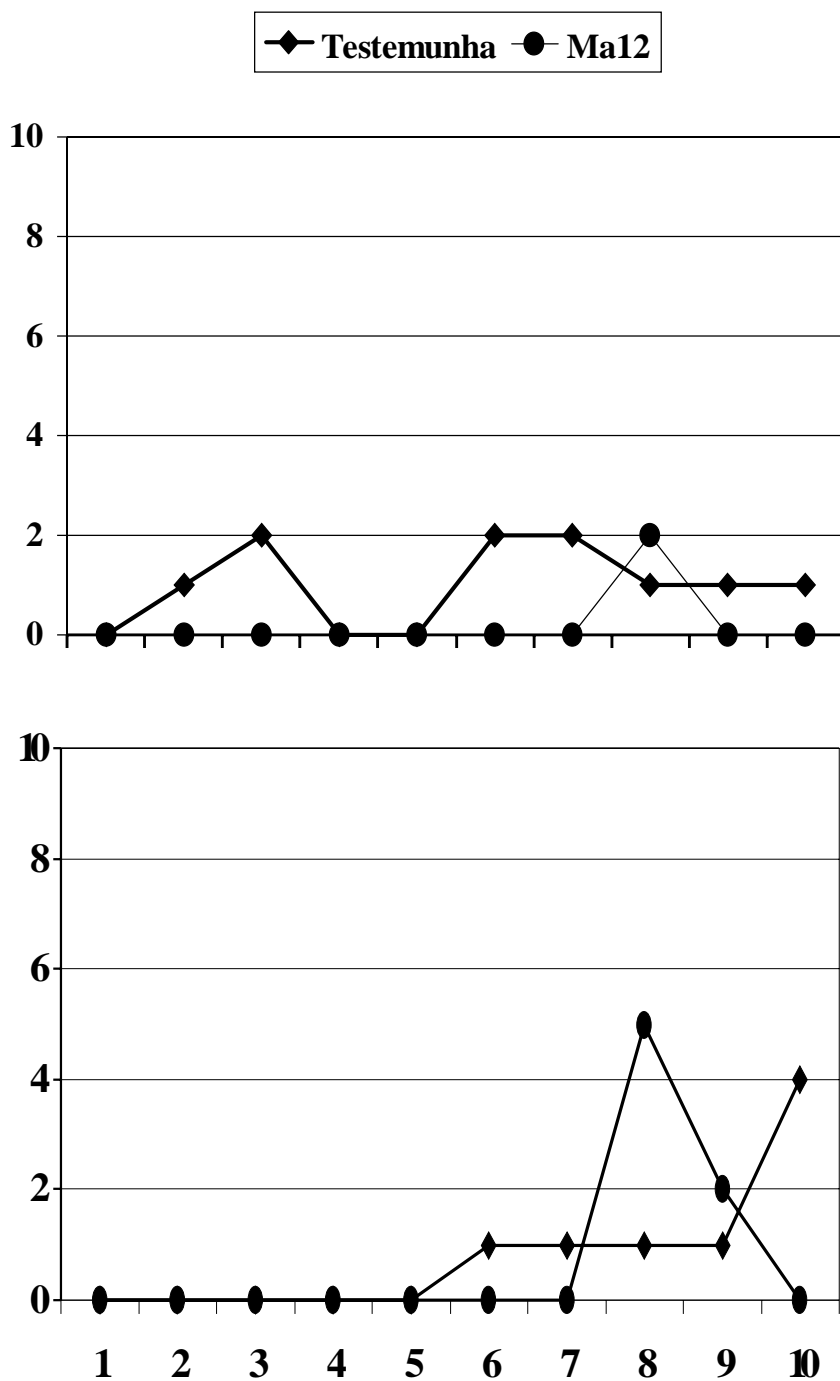


FIG. 9.3. Número de *Euschistus heros* mortos diariamente por *Metarhizium anisopliae* aplicado por polvilhamento em caulim a 1,25%, peso/peso.

em 300L de água. Uma terceira área (testemunha) foi tratada apenas com água. A primeira aplicação foi realizada em 23/12/98 com as plantas no estágio V5) e sete dias após, foi detectado o primeiro caso de mortalidade por *N. rileyi*, naquela safra.

A segunda aplicação foi realizada 06/01/1999 (estádio V7). Realizou-se o registro de desfolha e a área total de 10 plantas por parcela foi quantificada em um medidor de área foliar. Os estádios fenológicos foram determinados em cada data de amostragem, com registros diários de chuva e de umidade relativa.

Foram feitas amostragens pelo método do pano, em 15 pontos em cada área, antes da aplicação e duas vezes por semana, após a aplicação. O número de lagartas vivas por pano e mortas por *N. rileyi* foi quantificado e registrado. Também foram coletadas lagartas aparentemente sadias (20 a 30), em cada parcela e transportadas para o laboratório, onde foram observadas durante 7-8 dias para verificar as causas da morte. As diferenças entre os tratamentos foram determinadas mediante a análise da variância de Kruskal-Wallis e as médias comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls ou Dunn's.

O primeiro caso de mortalidade por *N. rileyi* foi detectado em 07/01/99, em coletas realizadas no dia 30/12/98 e mantidas no laboratório. No campo, *N. rileyi* foi encontrado no dia 11/01/99. Nesta safra o efeito dos fungicidas foi evidente. Sete dias após a aplicação dos fungicidas (30/12/98) o número médio

de lagartas foi duas vezes maior (Student-Newman-Keuls test, $P < 0,001$) na parcela tratada com benomil do que na testemunha (Fig. 9.4). A parcela tratada com difenoconazole também apresentou maiores densidades de lagarta-da-soja de 11 a 25 de janeiro. O número de lagartas foi superior nas parcelas tratadas com fungicidas durante 13 dias após a primeira aplicação. As diferenças entre o número de lagartas vivas foi evidente até 19 dias (25/01/99) após a segunda aplicação, sendo a densidade de lagartas superior, nas áreas tratadas com fungicidas, em relação à parcela testemunha.

Em 1998/99, na mesma área, as populações da lagarta-da-soja atingiram densidades semelhantes às observadas no ano anterior e permaneceram por um período mais prolongado, com algumas flutuações até 25 de fevereiro, declinando rapidamente até desaparecerem após 15 de fevereiro. As porcentagens de mortalidade das lagartas coletadas no campo, e mantidas no laboratório, em áreas tratadas e não tratadas, não diferiram estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($P = 0,77$). Porém, o primeiro caso da doença foi detectado nas parcelas não tratadas, no dia 30/12/98, enquanto que, nas parcelas tratadas com fungicidas, lagartas mortas por *N. rileyi* foram encontradas duas semanas mais tarde (14/01/99) (Tabela 9.11). Pelas leituras, verificou-se que, em 1998/99, a chuva foi uniformemente distribuída e a umidade relativa foi favorável a *N. rileyi*, pois há necessidade que a umidade seja superior a 70% para que ocorra a conidiogênese.

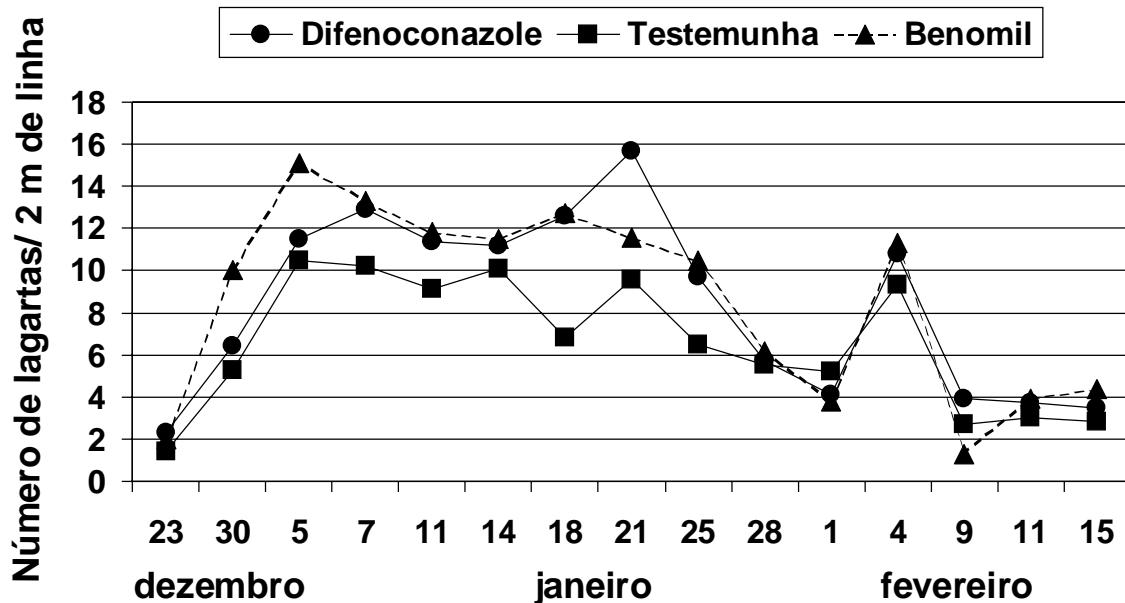


FIG. 9.4. Flutuação populacional da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatilis*, em áreas tratadas e não tratadas com fungicidas. As médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Student-Newman-Keuls ($P = 0,05$).

TABELA 9.11. Percentagem de lagartas de *Anticarsia gemmatilis* coletadas no campo e mortas pelo fungo *Nomuraea rileyi*, quando mantidas em laboratório.

Data	Testemunha	Difenconazole	Benomil
30/12/98	7 (14) ¹	0 (20)	0 (18)
05/01/99	5 (20)	0 (19)	0 (26)
07/01/99	0 (23)	0 (22)	0 (24)
11/01/99	0 (28)	0 (24)	0 (27)
14/01/99	3 (30)	7 (30)	3 (30)
18/01/99	30 (20)	14 (22)	28 (21)
21/01/99	15 (20)	20 (20)	20 (10)
25/01/99	50 (8)	25 (20)	25 (24)
28/01/99	20 (20)	26 (19)	43 (7)
01/02/99	60 (10)	50 (10)	29 (7)

¹ Os números entre parênteses significam o total de lagartas coletadas.

No ensaio de campo de 98/99, o efeito dos fungicidas foi mais conspícuo devido ao fato de terem sido realizadas duas aplicações, assim como ao fato de que a primeira aplicação foi realizada mais cedo, em relação ao ensaio de 1997/98. Assim, é possível que devido às aplicações antecipadas de fungicidas, o inóculo inicial é reduzido, retardando a epizootia fúngica. Os tratamentos com fungicidas são recomendados, usualmente, para o controle de doenças provocadas por *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchi*, nos estádios de desenvolvimento da soja R5.1 ou R5.5, quando *N. rileyi* já desempenhou seu papel de agente de controle. Portanto, durante esta fase o efeito disruptivo dos fungicidas não é importante. Porém, aplicações de fungicidas dirigidas contra o oídio, *Microsphaera diffusa*, no início da estação (estádios vegetativos e reprodutivo iniciais) podem resultar em efeitos adversos, tais como atraso nas epizootias de *N. rileyi* e promovendo o aumento das populações de *A. gemmatilis*.

As porcentagens de infecção observadas no laboratório e o número de lagartas mortas observadas nos dois metros de linha não foram significativamente diferentes entre os tratamentos, nos experimentos realizados nas duas safras. Porém, considerando as amostras de lagartas levadas para o laboratório, a iniciação da epizootia foi retardada. As interações resultantes da aplicação de fungicidas não favoreceram as populações, ao ponto de atingir o nível de dano econô-

mico. As populações não foram tão altas como as que ocorrem ou podem ocorrer em outros anos e locais (desde 44 lagartas/2 m linha ou esporadicamente, alcançando 180 lagartas/2 m de linha), o que é bem superior que o nível de dano. A utilização de fungicidas não seletivos para *N. rileyi*, nestas situações pode ser negativa para o Manejo de Pragas, no Brasil. Embora o fungicida triazole (difenoconazole), inibidor da demetilação, apresentou forte efeito deletério sobre *N. rileyi*, no laboratório, suas diferenças em relação ao benomil não foram consistentemente observadas no campo. Ambos fungicidas, que inibiram fortemente o crescimento de *N. rileyi* "in vitro", atrasaram a aparição dos casos iniciais da doença e favoreceram o aumento populacional da lagarta-da-soja no campo. Embora benomil e difenoconazole possam atrasar a ocorrência de *N. rileyi* estes fungicidas, não preveniram a ocorrência de surtos deste fungo entomopatogênico nas populações de lepidópteros, na soja.

Devido aos dados de laboratório, que evidenciam o efeito negativo do benomil e do difenoconazole para *N. rileyi*, as aplicações de fungicidas contra o oídio, durante os estádios vegetativos iniciais, deveriam ser realizadas, preferencialmente, com fungicidas mais seletivos, como enxofre e carbendazim.

9.6 *Biologia, Ecologia e Controle de Insetos de Hábito Subterrâneo em Soja (04.0.94.323-07)*

9.6.1. *Controle de pragas de raiz da soja: efeito de diversos inseticidas químicos e biológicos em laboratório*

Lenita J. Oliveira, Ivan C. Corso,
Clara B. Hoffmann-Campo e
Daniel R. Sosa-Gomez

Insetos de hábito subterrâneo têm causado prejuízos em soja em vários locais da região Sul, Sudeste e Central do Brasil. A ocorrência de dois grupos, os corós (*Scarabaeoidea*) e percevejos castanhos (*Scaptocoris castanea* e *Atarsocoris brachiariae*), têm sido freqüente, principalmente, nos Cerrados da região Central, Sudoeste de São Paulo e Triângulo Mineiro, onde causaram grandes prejuízos nas últimas safras. Embora em cada região predomine uma praga, em algumas, como certos municípios de Goiás e São Paulo foi relatada a ocorrência de ambas as pragas na mesma área ou em áreas próximas. Para os corós já existem várias recomendações de manejo, mas quando a semeadura é realizada em área com predomínio de larvas com 1,5 cm ou maiores essas medidas de controle nem sempre são eficazes. Para os percevejos castanhos ainda não há medidas de controle eficientes. O objetivo deste trabalho foi testar o efeito de entomopatógenos sobre o percevejo castanho e de inseticidas granulados, pulverizados no solo ou misturados à semente, sobre o percevejo castanho (*S. castanea*) e larvas de terceiro ínstar de corós. Para tal foram feitos vários testes em laboratório, visando avaliar o potencial de diver-

so inseticidas e fungos entomopatogênicos.

a) *Efeito de inseticidas químicos sobre percevejo castanho e larvas de corós em laboratório*

Foram realizados três biotestes, um para larvas de corós e dois para percevejo castanho, testando-se diversos inseticidas. O delineamento, em todos os testes, foi inteiramente ao acaso com cinco repetições. No teste 1, cada parcela foi constituída de cinco vasos de 250ml com uma larva de coró no 3º instar (5 larvas/repetição), no teste 2 de três vasos de 250ml, contendo cinco adultos de percevejo (15 insetos/repetição) e no teste 3 de dois vasos contendo quatro ninfas e dois vasos com quatro adultos de percevejo castanho (8 insetos/repetição). Os vasos contendo solo foram infestados, introduzindo-se os insetos a cerca de 5 cm de profundidade; em seguida o inseticida, no caso dos granulados e pulverizados, foi aplicado a cerca de 3 cm de profundidade, recoberto com uma camada de solo sobre a qual foram colocadas duas sementes. Sete dias após a semeadura, procedeu-se a avaliação, contando-se o número de insetos vivos e mortos em cada vaso. Os vasos foram mantidos em uma câmara climatizada e a irrigação foi feita com quantidades padronizadas de água em todos os tratamentos.

Para corós (teste 1), todos os inseticidas, granulados e pulverizados no solo, testados apresentaram eficiência de controle superior a 40%, 7 dias após a aplicação. Os melhores resultados foram obtidos com ectoprophós (100%), terbufós

(92%), fipronil GrDA (92%) e clorpirifós EC (88%). Entre os produtos misturados à semente, os inseticidas mais eficientes foram: fipronil SC (88%) e tiametoxan (68%) (Tabela 9.12). No teste 2, onde se avaliou o efeito inseticidas granulados aplicados ao solo sobre percevejo castanho, o número de adultos mortos foi significativamente diferente da testemunha para todos os inseticidas testados e a eficiência, segundo a fórmula de Abbot, foi superior a 88% para todos os produtos exceto tiametoxan (Tabela 9.13). No teste 3, onde se avaliou inseticidas pulverizados no solo e misturados à semente para percevejo castanho, a eficiência média dos produtos foi menor que no teste anterior e o melhor resultado foi

obtido com clorpirifós EC, cuja eficiência para adultos foi 55% (Tabela 9.14). Neste teste foram utilizadas ninfas e adultos de percevejo, mas a mortalidade das primeiras foi muito alta na testemunha, não havendo diferença entre os tratamentos quando se analisou esse estágio separadamente. Entretanto, o número de adultos mortos foi significativamente maior que a testemunha para clorpirifós EC, fipronil GrDA e tiametoxan FS.

b) Efeito de fungos entomopatogênicos sobre percevejo castanho em laboratório

Em dezembro de 1999 foram realizados dois bioensaios testando-se três isolados: Bb56 (*Beauveria bassiana*), Ma 12

TABELA 9.12. Número de larvas de corós de 3º instar mortas e porcentagem de eficiência, calculada pela fórmula de Abbot, de inseticidas granulados e pulverizados no solo ou misturados à semente, em laboratório (vasos de 250ml). Teste 1. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Ingrediente ativo (i.a)	dose	7 dias após a semeadura	
		nº de larvas mortas (média ± EP)	% eficiência (Abbot)
ectoprosóf	25 *	5,0 ± 0,0a	100a
terbufós	25 *	4,6 ± 0,2a	92a
fipronil GrDA	150 *	4,6 ± 0,2a	92a
clorpirifós EC	1170 **	4,4 ± 0,4a	88a
fipronil SC	50 ***	4,4 ± 0,4a	88a
aldicarbe	25 *	3,6 ± 0,5ab	72a
tiametoxan FS	105 ***	3,4 ± 0,5ab	68a
tiametoxan Gr	25	2,0 ± 0,3 b	40 b
imidaclopride PM	300 ***	1,4 ± 0,6 bc	28 b
testemunha	água	0,0 ± 0,0 c	—
Valor de F		19,534	9,958
Prob. de F		<0,0001	<0,0001

*Kg produto comercial/ha; **g i.a./ha; *** g i.a./100 Kg semente.

TABELA 9.13. Número de adultos de percevejo castanho mortos e porcentagem de eficiência, calculada pela fórmula de Abbot, de inseticidas granulados em laboratório (vasos de 250ml). Teste 2. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Ingrediente ativo	dose (produto comercial)	7 dias após a semeadura	
		nº de percevejos mortos (média ± EP)	% eficiência (Abbot)
terbufós	25 kg/ha	14,2 ± 0,4 a	93,0 a
aldicarbe	25 kg/ha	14,0 ± 0,3 a	91,2 a
ectopofós	25 kg/ha	13,6 ± 0,7 a	88,2 a
tiametoxan	25 kg/ha	5,8 ± 1,3 b	25,4 b
testemunha	água	2,6 ± 0,6 a	–
Valor de F		51,29	25,69
Prob. de F		<0,0001	<0,0001

TABELA 9.14. Número de percevejos castanhos (adultos e ninfas) mortos e porcentagem de eficiência, calculada pela fórmula de Abbot, de inseticidas pulverizados no solo e misturados à semente, em laboratório (vasos de 250ml). Teste 3. Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

Ingrediente ativo (i.a.)	Dose (g i.a.)	7 dias após a semeadura		
		Nº médio de mortos (média ± E.P)		% eficiência para adultos
		Ninfa	Adulto	
clorpirifós EC	1170 *	6,0 ± 0,9	4,6 ± 0,4 a	55,3 a
fipronil GrDA	150 *	4,0 ± 0,4	3,6 ± 0,4 a	40,7 ab
tiametoxan FS	140 **	3,0 ± 1,1	2,6 ± 0,6 ab	27,9 ab
tiametoxan + profenofós	120 + 600 *	3,8 ± 0,9	1,2 ± 0,6 bc	21,4 b
imidaclopride PM	300 **	3,8 ± 0,4	1,4 ± 0,6 bc	15,7 b
carbassulfan TS	800 **	4,2 ± 1,1	1,2 ± 0,4 bc	12,5 b
testemunha	água	4,0 ± 0,5	0,4 ± 0,2 c	–
Valor de F		1,217	10,23	4,656
Prob. de F		0,327	>0,0001	0,004

* g/ha; ** g/100 kg semente.

(*Metarhizium anisopliae*) e Pae 104 (*Paecilomyces* sp.). O delineamento foi inteiramente casualizado, com três repetições. Cada parcela foi constituída de um gerbox contendo solo úmido e 10

adultos de percevejo castanho coletados em Sapezal-MT. No primeiro bioensaio o método de inoculação foi aplicação tópica 5ml/ percevejo (30.000 conídios) com espalhante adesivo (Tween 80 0.01%).

No segundo bioensaio o método de inoculação foi através do polvilhamento dos percevejos com uma mistura dos fungos com caulim a 1,25% p/p, utilizando-se uma 1g da mistura para cada 30 insetos. O controle constituiu-se de percevejos inoculados com água no primeiro teste e com caulim no segundo teste. No segundo bioensaio, onde a dose aplicada foi maior, em geral a mortalidade foi mais alta e as diferenças entre os tratamentos foram mais acentuadas. Duas semanas após a inoculação a eficiência dos entomopatógenos (pela fórmula de Abbot) foi de 31% e 63% para *M. anisopliae*, no primeiro e segundo bioensaio respectivamente. Para *B. bassiana* foi de 38% no

primeiro e 37% no segundo bioensaio e para *Paecilomyces* sp. 8 e 26%. As curvas de mortalidade acumulada até 27 dias após a inoculação são mostradas na Fig. 9.5. O tempo médio para mortalidade de *S. castanea*, nos primeiros 15 dias após a inoculação com os fungos entomopatogênicos foi de 5,4 dias para Ma12; 6,2 dias para Bb56 e 7,3 dias para Pae104. Considerando as porcentagens de infecção obtidas e os tempos médios para mortalidade, o fungo *M. anisopliae* apresenta maior virulência para adultos de *S. castanea* que *B. bassiana* e *Paecilomyces*.

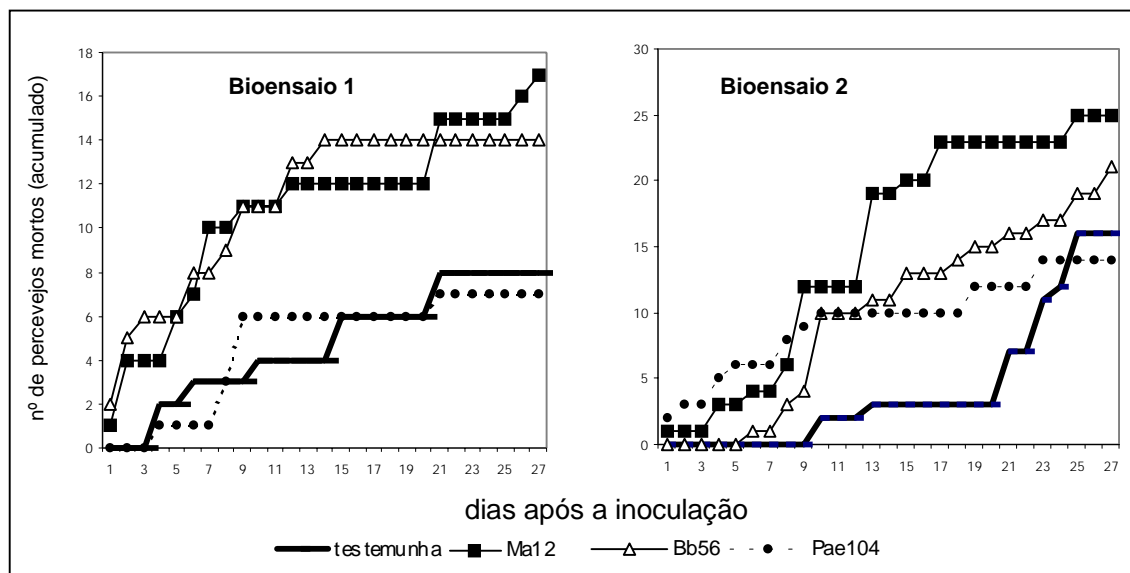


FIG. 9.5. Curvas de mortalidade acumulada de adultos de percevejo castanho nos bioensaios 1 (aplicação tópica – 30.000 conídios/percevejo) e 2 (polvilhamento com mistura de fungo e caulim a 1,25%). Embrapa Soja. Londrina, PR. 1999.

9.7 Efeito de Genótipos Resistentes e Substâncias Constitutivas e/ou Induzidas na Biologia de Insetos-pragas da Soja (04.0.94.323-17)

Clara Beatriz Hoffmann-Campo,
Giorla Carla Piubelli¹ e Iara Cintra de Arruda²

Durante o ano, no subprojeto 04.0.94.323- 7, foram estudados aspectos da biologia e comportamento de *Nezara viridula* em quatro experimentos, utilizando-se como alimento genótipos com característica de resistência a insetos.

9.7.1. Efeito de diversos genótipos de soja em aspectos biológicos e nutricionais de *Nezara viridula*

Massas de ovos recém colocadas, obtidas no laboratório de criação de *N. viridula* da Embrapa Soja (Londrina, PR), foram divididas em três ou quatro partes, e distribuídas ao acaso em cinco placas de Petri (9,0 x 1,5 cm), contendo uma vagem de cada um dos cinco genótipos estudados ('BR 16', PI 229358, PI 274454, PI 227687 e 'IAC 100'), no estágio R5 e/ou R6. No primeiro dia do segundo ínstar, após serem pesadas, as ninfas foram individualizadas em placas de Petri, contendo um algodão umedecido com água e uma vagem verde de cada um dos genótipo. Os alimentos eram renovados a cada dois dias e as placas foram distribuídas ao acaso em uma câmara ambiental ($26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e 14 h de fotofase). A mortalidade, o peso inicial (1º dia do 2º ínstar), peso fresco

de adulto (1º dia da fase adulta) e quantidade de lipídio (em machos e fêmeas) foram avaliados. A análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada para estimar o crescimento e o ganho de peso de *N. viridula*, ajustando-se o peso fresco de adulto pelas covariáveis peso inicial e tempo de desenvolvimento, respectivamente.

A maior mortalidade das ninfas aconteceu durante o segundo ínstar; e a mortalidade total variou variou de 27,50% quando as ninfas se alimentaram com vagens de 'BR 16' (testemunha suscetível), até 66,25%, com vagens de PI 227687. Os maiores pesos no início do 2º ínstar (Tabela 9.15) foram obtidos pelas ninfas que permaneceram em placa contendo a PI 274454 e 'BR 16' e os menores naquelas com vagens da PI 229358, PI 227687 e 'IAC 100'. As ninfas não se alimentam até o início do 2º instar, porém o resultado sugere que os genótipos exerceram influência, ainda não explicada, sobre as ninfas de 1º ínstar de *N. viridula*. Como a atração mútua nessa ninfas é, provavelmente, causada por estímulos olfativos e visuais, possivelmente, substâncias voláteis presentes nos genótipos estudados, afetaram seu comportamento e influenciaram na variação do peso inicial das ninfas.

O peso fresco de adulto foi maior quando as ninfas se alimentaram de 'BR 16'; os menores foram obtidos quando as ninfas foram criadas em 'IAC 100' e PI 227687. A duração média da fase ninfal, em dias, foi menor quando os insetos se alimentaram em vagens de PI 229358 (21,36 dias), e maior quando se

¹ Universidade Federal do Paraná.

² Pronex, Núcleo Manejo Integrado de Pragas.

TABELA 9.15. Média (\pm EP) do peso inicial (2º ínstar), peso fresco de adulto e duração total da fase ninfal de *N. viridula* alimentados com diferentes genótipos de soja. Embrapa Soja, Londrina, 1999.

Genótipos	Peso inicial do 2º ínstar (mg)	Peso fresco de adulto (mg)	Duração da fase ninfal (dias)
'BR 16'	1,04 \pm 0,03a	146,85 \pm 3,68a	22,65 \pm 0,51 ab
PI 229358	0,80 \pm 0,04 b	141,00 \pm 4,13ab	21,36 \pm 0,61 b
PI 274454	1,06 \pm 0,04a	139,12 \pm 4,24ab	23,91 \pm 0,66a
PI 227687	0,74 \pm 0,05 b	127,04 \pm 5,16 b	23,31 \pm 0,75ab
'IAC 100'	0,66 \pm 0,04 b	125,50 \pm 4,08 b	23,45 \pm 0,61 ab
F	20,53*	5,32*	2,49*
CV %	29,09	18,75	16,82

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

alimentaram em vagens de PI 274454 (23,91 dias), embora suas taxas de mortalidade tenham sido semelhantes e relativamente altas (50% e 52,50%, respectivamente).

A interação entre a covariável tempo de desenvolvimento e os tratamentos (genótipos) foi significativa na relação entre o peso fresco do adulto e o tempo de desenvolvimento. Nos genótipos 'BR 16', PI 274454, PI 227687 e 'IAC 100', observa-se através das linhas de tendência (Fig. 9.6), que houve uma relação negativa entre o peso fresco do adulto e a duração da fase ninfal; insetos que se alimentaram por um período mais longo, mas não mostraram proporcional aumento no peso fresco de adulto. Quando alimentados com o genótipo PI 229358, em geral, os percevejos atingiram mais rapidamente o estágio adulto (Tabela 9.15), ao contrário dos outros genótipos, houve uma relação positiva no crescimento.

Não houve interação significativa entre a covariável peso inicial e os tratamentos (genótipo) no ganho de peso dos insetos; conseqüentemente, a relação entre o peso inicial e o final do inseto pode ser representado pelo modelo de linhas paralelas (Fig. 9.7). O efeito principal dos genótipos foi significativo, mostrando que, mesmo após a remoção do efeito do peso inicial, o ganho de peso dos percevejos foi afetado pelos diferentes genótipos. No gráfico inserido na Figura 9.7, estão as médias de ANCOVA, ou médias dos quadrados médios dos ganhos de peso dos percevejos alimentados com os diferentes genótipos. A 'BR 16', seguida da PI 229358 e da PI 274454 foram as responsáveis pelos maiores ganhos de peso nos percevejos enquanto nos genótipos PI 227687 e 'IAC 100' os adultos tenderam a apresentar os pesos menores.

As fêmeas tenderam a apresentar maiores depósitos de lipídios do que os

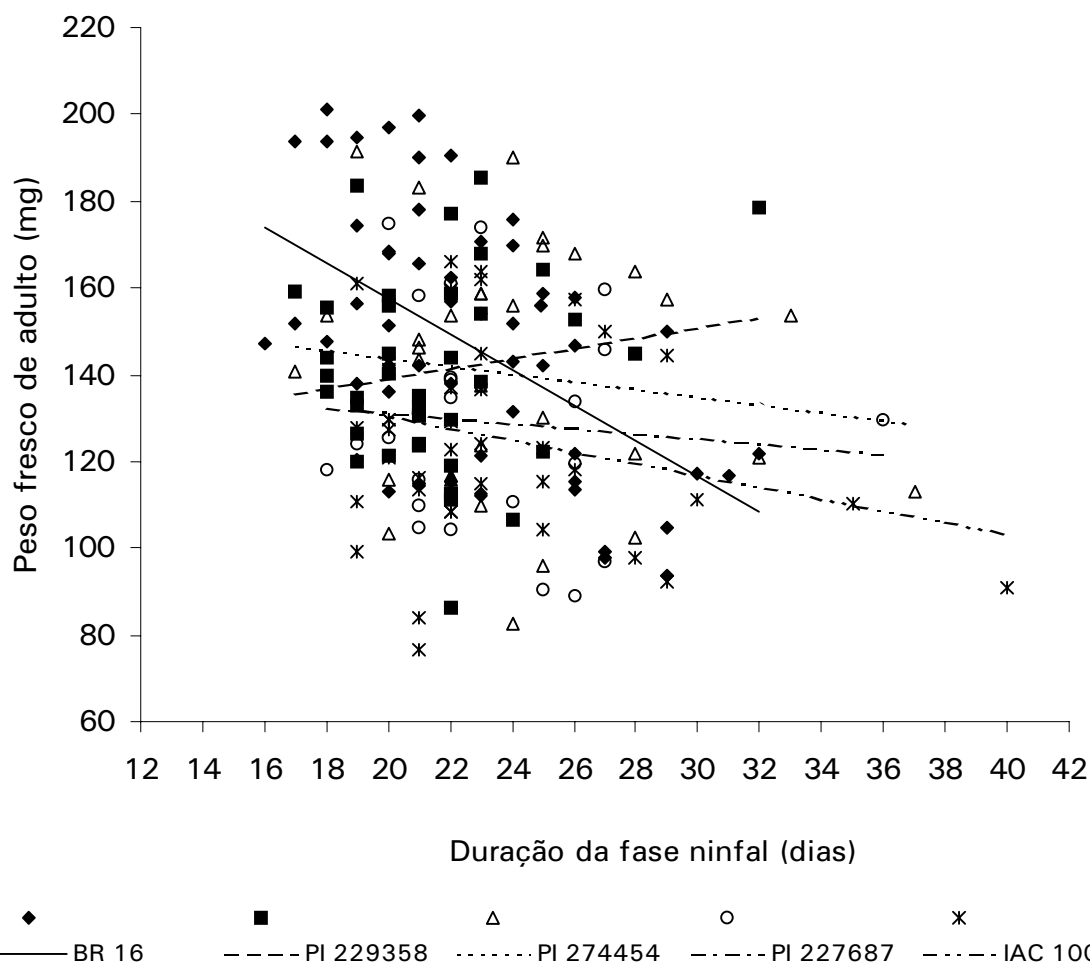


FIG. 9.6. Crescimento de *N. viridula*, estimado através do ajuste de peso fresco de adulto pela covariável duração da fase ninfal, alimentados com diferentes genótipos de soja. Embrapa Soja, Londrina, 1999.

machos e a porcentagem de água foi semelhante para ambos os sexos. O peso de lipídio nos machos e nas fêmeas (Tabela 9.16) foi maior, quando as ninfas se alimentaram de PI 229358, e menor quando se alimentaram nos genótipos IAC 100 e PI 227698.

9.7.2. Teste da atividade deterrente de extratos da PI 227687 sobre *Nezara viridula*

Como no experimento anterior, a PI 227687 mostrou efeito negativo no desenvolvimento de ninfas, teste com dupla chance de escolha foi realizado para

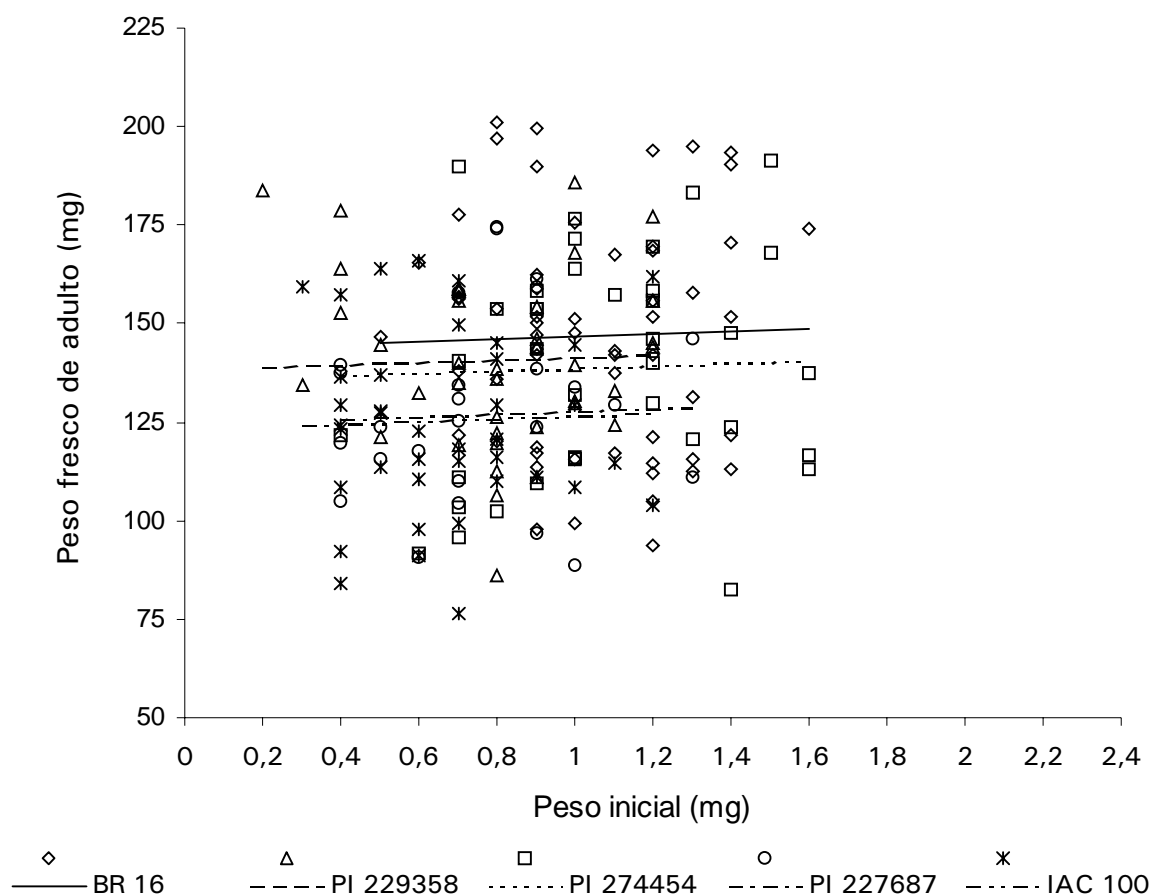


FIG. 9.7. Ganho de peso de *N. viridula*, estimado através do ajuste de ganho de peso fresco de adulto pela covariável peso inicial, alimentados com diferentes genótipos de soja. Gráfico inserido mostra os pesos frescos dos adultos pela ANCOVA. Embrapa Soja, Londrina, 1999.

avaliar o comportamento alimentar de *N. viridula*. Duas vagens de 'BR 16' pinceladas com extratos da PI 227687 (com indução ou sem indução de dano) foram colocadas dentro cada arena (placa de Petri) com duas vagens de 'BR 16', sem tratamento (testemunhas). Os extratos foram preparados a partir de grãos da PI 227687 (R5 e/ou R6); naquele denominado com indução, as vagens sofreram

danos de *N. viridula*, enquanto no sem indução, utilizou-se vagens intactas do mesmo genótipo. Quatro *N. viridula* adultos machos, provenientes do campo, mantidos em jejum (24h), foram colocados no centro da arena, porém apenas um percebejo, marcado, previamente, com tinta branca (não tóxica) foi observado pelo método de varredura, desenvolvido por CHAMBERS *et al.* (**Animal Behaviour**,

TABELA 9.16. Porcentagem de água (%) e peso médio de lipídio (mg \pm EP) de machos e fêmeas de *N. viridula*, alimentados com diferentes genótipos de soja. Embrapa Soja, Londrina, 1999.

Genótipos	Machos		Fêmeas	
	Água (%)	Lipídio (mg)	Água (%)	Lipídio (mg)
'BR 16'	78,27 \pm 1,72 b	4,67 \pm 1,42ab	78,93 \pm 1,92ab	6,95 \pm 2,51ab
PI 229358	78,85 \pm 1,32ab	6,12 \pm 1,70a	78,33 \pm 2,12 b	7,74 \pm 2,31a
PI 274454	79,30 \pm 1,97ab	3,68 \pm 0,74 b	78,75 \pm 1,57ab	6,66 \pm 1,33abc
PI 227687	78,69 \pm 2,05ab	3,30 \pm 0,90 b	79,47 \pm 1,46ab	4,30 \pm 1,40 c
'IAC 100'	81,29 \pm 2,55a	3,02 \pm 1,50 b	81,02 \pm 1,74a	4,83 \pm 2,40 bc
F	3,76*	7,41*	2,68*	3,36*
CV %	2,50	32,15	2,30	33,59

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade.

v.50, p.1513-23, 1995) em intervalos de dois minutos, durante 12 horas.

O tempo médio de alimentação dos percevejos em vagens que receberam extrato sem indução, foi significativamente maior que em vagens com extrato com indução de dano de percevejo (Tabela 9.17). A diferença também foi significativa quando comparou-se vagens que receberam extrato (induzido) e sua testemunha (vagens sem extrato), mostrando que o percevejo permanecia por mais tempo na vagem sem o extrato. Estes resultados sugerem portanto, que após o dano

de *N. viridula*, o efeito deterrente da PI 227687 aumentou, provavelmente pelo aumento nos teores de isoflavonas.

Não houve diferenças no número de bainhas alimentares entre os tratamentos com extrato induzido e não induzido, ou entre as vagens que não receberam extrato. Entretanto, ao compararmos os extratos com suas testemunhas, o número de bainhas foi duas vezes maior em vagens que não receberam o extrato, em comparação com aquelas que o receberam, independente de terem sido induzidas ou não.

TABELA 9.17. Média do tempo de alimentação (min. \pm EP) e bainhas alimentares (n° \pm EP) depositadas sobre a vagem de 'BR 16', com ou sem a aplicação do extrato de PI 227687, induzido ou não por *N. viridula*. Embrapa Soja, Londrina, 1999.

Tratamento	Tempo de alimentação		N° de bainhas alimentares	
	Com indução	Sem indução	Com indução	Sem indução
Com extrato	29,16 \pm 5,31 b B	65,84 \pm 15,08aA	7,78 \pm 1,90 b A	6,55 \pm 1,25 b A
Sem extrato	51,18 \pm 8,73aA	70,37 \pm 25,12aA	14,11 \pm 1,02aA	14,10 \pm 2,90aA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste *t*, ao nível de 5% de probabilidade.

9.7.3. Produção de Flavonóides

Para verificar a ocorrência de produção de flavonóides, vagens e sementes de 'BR 16', 'IAC 100', PI 227687, PI 229358 e PI 274454, todas no estágio R5 e/ou R6 foram elicitadas através de danos provocados por percevejos fitófagos. Quatro gaiolas por genótipo, com quatro percevejos adultos, mantidos em jejum por 24 h., foram colocados nas vagens das plantas de soja por 18 h.; como testemunha, gaiolas contendo os diferentes genótipos foram mantidas sem percevejos. Após 72 h. da retirada dos percevejos, as vagens foram colhidas das plantas e as partes danificadas dos grãos foram identificadas em microscópio estereoscópio e recortadas. Uma alíquota (100 mg) de cada amostra foi macerada em 'eppendorf' (5 ml) com pistilo adaptado ao recipiente, contendo 0,5 ml de metanol 80% e centrifugada em centrífuga de 'eppendorf' (14.000 rpm duran-

te 10 min.), sendo o sobrenadante seco através do fluxo de nitrogênio. Após ressolubilização em 100 mL de MeOH 80%, alíquotas de 20 mL, diluídas na proporção 1:5, foram injetadas em cromatógrafo (HPLC).

Os resultados indicaram que todos os genótipos, quando foram picados por percevejos apresentaram maiores teores de daidzina e genistina, em comparação com suas respectivas testemunhas (Tabela 9.18). Comparando-se os genótipos, observou-se que a PI 227687 quando danificada por percevejos, apresentou a maior concentração de daidzina no extrato (0,35 mg/ml), seguida da 'IAC 100' (0,27 mg/ml) e da 'BR 16' (0,20 mg/ml). Os genótipos PI 274454 e PI 229358 apresentaram os menores teores de daidzina, ou seja 0,13 mg/ml e 0,03 mg/ml de extrato, respectivamente.

Em relação aos teores de genistina, pode-se observar que a tendência foi se-

TABELA 9.18. Teor médio de daidzina e genistina (mg/mL \pm EP) em genótipos de soja, induzidos (percevejo) ou não (testemunha) por danos de *N. viridula*. Embrapa Soja, Londrina, 1999.

Genótipos	Daidzina		Genistina	
	Percevejo	Testemunha	Percevejo	Testemunha
'BR 16'	0,20 \pm 0,025 b c A	0,03 \pm 0,026 a B	0,06 \pm 0,005 b c A	0,02 \pm 0,004 a B
PI 229358	0,03 \pm 0,004 d A	0,01 \pm 0,003 a B	0,04 \pm 0,003 c A	0,04 \pm 0,006 a A
PI 274454	0,13 \pm 0,020 c d A	0,00 \pm 0,000 a B	0,03 \pm 0,003 c A	0,01 \pm 0,003 a A
PI 227687	0,35 \pm 0,049 a A	0,07 \pm 0,018 a B	0,14 \pm 0,018 a A	0,04 \pm 0,012 a B
'IAC 100'	0,27 \pm 0,059 ab A	0,00 \pm 0,000 a B	0,09 \pm 0,009 b A	0,04 \pm 0,007 a B
F-Genótipo	12,46*		20,61*	
F-Tratamento	90,71*		64,58*	
F-Gen. x Trat	6,64*		8,79*	
CV %	50,77		33,18	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

melhante à daidzina. A PI 227687 quando danificada por percevejos, apresentou os maiores teores de genistina, com uma concentração média de 0,14 mg/ml, seguida novamente pela 'IAC 100' com 0,09 mg/ml e da 'BR 16' com 0,06 mg/ml. Os genótipos PI 229358 e PI 274454 apresentaram novamente os menores teores, que foram semelhantes nas sementes com ou sem danos de percevejos. Nota-se que nos genótipos estudados, com exceção das PI (s) 229358 e 274454, os teores de genistina foram maiores quando as sementes foram danificadas por percevejos, sugerindo que os percevejos induziram a produção desta isoflavona nas sementes de soja. Entretanto, estudos complementares são necessários para elucidar o papel dessas isoflavonas na defesa da soja contra percevejos.

9.7.4. Efeito da pubescência de genótipos de soja na preferência alimentar de ninfas de *Nezara viridula*

Para avaliar o efeito da pubescência de genótipos de soja na preferência alimentar de ninfas de *N. viridula*, foi instalado um experimento com delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições, em esquema fatorial (cinco genótipos, dois tratamentos). Massas de ovos de *N. viridula* foram distribuídas, no dia da oviposição, em placas de Petri (9,0 x 1,5 cm) forradas com papel filtro umedecido, contendo vagens verdes da cultivar 'Paraná'. Nesse local, os insetos foram mantidos agrupados até o 1º dia do 2º ínstar, quando as ninfas foram colocadas aos pares, em placas de Petri, contendo quatro vagens de soja de um

dos genótipo testados ('BR 16', 'IAC 100', PI 227687, PI 229358 e PI 274454 estádio R5 e/ou R6). Em duas vagens, os tricoma foram mantidos (testemunha) e, nas restantes, retirados, com o auxílio de um bisturi. Após um período de 6 h., as ninfas foram retiradas e o número de picadas foi avaliado através do método de BOWLING (**Journal of Economic Entomology**, v.72, p.259-60, 1979), no qual os grãos ficaram imersos em fucsina, durante 25 min., e depois lavados e observados em microscópio estereoscópio para contagem do número de bainhas alimentares. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, pelos pacotes estatísticos SAS e SANEST.

O número de bainhas alimentares (Tabela 9.19) não foi diferente em vagens com ou sem tricomas, entretanto observou-se diferenças entre os genótipos quando os tricomas foram retirados artificialmente. Vagens da PI 274454 e da PI 227687 apresentaram o maior e o menor número de bainhas alimentares, respectivamente. Provavelmente, a resposta da planta ao estresse fisiológico causado pela retirada dos tricomas levou a produção das fitoalexinas. Segundo alguns autores, essas substâncias são deterrentes alimentares e/ou antinutricionais de alguns insetos. Sendo assim, possivelmente, os resultados obtidos com ninfas alimentadas com vagens da PI 227687 possam ser explicados pela maior concentração de substâncias induzidas após o danos mecânico.

TABELA 9.19. Média de bainhas alimentares ($n^\circ \pm EP$) depositadas por ninfas de 2º ínstar de *N. viridula* em diversos genótipos de soja com ou sem tricomas. Embrapa Soja, Londrina, 1999.

Genótipos	Com tricomas	Sem tricomas
'BR 16'	6,37 \pm 1,60a	4,87 \pm 0,81 ab
PI 229358	6,37 \pm 1,08a	3,87 \pm 1,02 ab
PI 274454	6,50 \pm 1,21a	8,62 \pm 1,43 a
PI 227687	4,00 \pm 0,87a	2,87 \pm 0,81 b
'IAC 100'	5,12 \pm 1,53a	6,62 \pm 1,49 ab
F- Genótipo		2,95 *
F- Tratamento		0,15 ^{ns}
F- Gen. x Trat.		1,35 ^{ns}
CV%		62,51

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Como não houve diferença no número de bainhas alimentares depositadas por ninfas de 2º ínstar em vagens com tricomas e vagens sem tricomas (retirados artificialmente), reforça-se a hipótese de que a resistência da soja, especial-

mente da PI 227687 ocorreu devido a substâncias químicas presentes ou que podem ser produzidas por genótipos fontes de resistência, após sofrer estresse, independente de suas características morfológicas.



10

**ASSOCIAÇÕES MICROBIANAS NA NUTRIÇÃO
NITROGENADA DA SOJA****Projeto:** 04.1994.322**Lider:** Mariangela Hungria**Número de subprojetos:** 18

Unidades/Instituições participantes: Unidades executantes: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Trigo, Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Agrobiologia, FECOTRIGO (Cruz Alta, RS), IPA (Recife, PE), Universidade Federal de Minas Gerais; **Apoio Técnico:** IAPAR, Universidade Federal de Uberlândia, Embrapa Recursos Genéticos, Universidade Federal do Paraná-Depto. de Bioquímica e Depto. de Genética, Universidade Estadual de Londrina, Depto. de Microbiologia, Depto. de Ciências Agrárias, Depto. de Genética; **Apoio Financeiro:** CNPq, FINEP, MCT; **Outras participações:** ANPI, FEPAGRO (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Porto Alegre, RS), COAMO, COCAMAR

A soja é uma cultura que apresenta alta demanda de N que, nas condições brasileiras, pode ser totalmente suprido pelo processo da fixação biológica do nitrogênio atmosférico (FBN), realizado por bactérias pertencentes às espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*. Com o lançamento de cultivares mais produtivas e o estabelecimento de populações de estirpes no solo introduzidas com as primeiras inoculações, e menos eficientes das que se dispõe atualmente, torna-se necessário desenvolver linhas de pesquisa visando elevação dos níveis de N fornecidos à soja via FBN. Essa meta deve ser conseguida através de pesquisas básicas e aplicadas relacionadas tanto com o microssimbionte como com a planta hospedeira. Nesse contexto, este projeto inclui 18 subprojetos, que estão sendo conduzidos por Centros da Embrapa, Instituições de Pesquisa e Universidades, conforme relação acima, com 13 objetivos principais: Objetivo 1: Selecionar estirpes de *B. japonicum/B. elkanii* com alta eficiência de FBN e capacidade competitiva, que sejam capazes de promover ganhos expressivos no rendimento de soja em solos contendo populações estabelecidas. Objetivo 2: Caracterizar as populações de *B. japonicum/B. elkanii* estabelecidas nos solos, e outras estirpes promissoras, em relação a diversos parâmetros fisiológicos, bioquímicos e genéticos, procurando relacionar esses parâmetros com a capacidade competitiva e eficiência de FBN, para os programas de seleção de estirpes. Objetivo 3: Obter mutantes de estirpes de *B. japonicum/B. elkanii* mais eficientes e competitivas, que venham a contribuir com incrementos no rendimento da soja e no teor de N dos grãos. Objetivo 4: Testar as estirpes e combinações de estirpes que sejam mais eficientes na FBN e mais competitivas, em diferentes locais e condições de produção de soja no país, para a sua utilização em inoculantes comerciais. Objetivo 5: Avaliar genótipos de soja quanto à eficiência

de FBN e quanto à restrição da nodulação pelas estirpes de *B. japonicum*/*B. elkanii* dominantes nos solos brasileiros. Nos genótipos que restringem a nodulação, verificar as taxas de fixação com estirpes de *Bradyrhizobium* selecionadas e de alta eficiência de FBN. Objetivo 6: Avaliar genótipos de soja para a nodulação com estirpes de crescimento rápido (*Sinorhizobium fredii*). Objetivo 7: A partir de um genótipo de soja eficiente para a FBN, obter mutantes tolerantes que fixem N_2 mesmo na presença de teores elevados de nitrato no solo. Objetivo 8: Determinar o balanço de N em sistemas de rotação de culturas envolvendo a soja, milho e adubos verdes, típicos da Região Sul e dos Cerrados, sob os sistemas de semeadura direta ou sob preparo convencional do solo, visando maximizar a contribuição da FBN e estabelecer critérios para a adubação nitrogenada. Objetivo 9: Avaliar a influência das populações de actinomicetos na simbiose soja-*Bradyrhizobium*, visando a maximização do potencial de FBN, particularmente pela alteração na competitividade das estirpes de *Bradyrhizobium*, permitindo um aumento na produtividade da cultura. Objetivo 10: Obter informações que permitam e justifiquem produzir inoculantes mistos, contendo bactérias, fungos micorrízicos e sinais moleculares, visando incrementar a produtividade em sistemas de rotação e sucessão de culturas. Objetivo 11: Demonstrar, através de análises econômicas, os benefícios da inoculação das melhores estirpes com os principais genótipos de soja, dentro do manejo agrícola recomendado em cada região. Objetivo 12: Validar, em campos experimentais de cooperativas e de propriedades rurais, as novas tecnologias geradas. Objetivo 13: Difundir as novas tecnologias e recomendações técnicas para a assistência técnica e produtores rurais. Os estudos conduzidos para atender a esses objetivos são de grande importância para a maximização da FBN na cultura da soja. A FBN resulta em grandes benefícios econômicos para os agricultores e para o país pois, para a produção de 1 t de grãos de soja, com 6,5% de N, são necessários, pelo menos, 80 kg de N. Considerando a produtividade média de 2.367 kg ha⁻¹ da safra 98/99, são necessários 190 kg de N por ha. Quantificações realizadas em experimentos deste projeto indicam que a FBN contribui com cerca de 85% do N total acumulado nos tecidos, pois sempre existe N no solo, que é absorvido pela planta, caso contrário será perdido por lixiviação. Conseqüentemente, a FBN contribui com 162 kg de N/ha, correspondentes a 0,36 de uréia/ha. Com base no preço da uréia a 161,00, seriam gastos, portanto, 753,2 milhões de dólares nos 12.995.000 ha cultivados com soja atualmente. Contudo, como a eficiência de utilização do fertilizante nitrogenado é, em média, de apenas 50%, pois há perdas por lixiviação volatilização e desnitrificação, a economia real é, portanto, de cerca de 1,5 bilhões de dólares. Além dos benefícios econômicos, devem-se somar os efeitos benéficos ao ambiente, pois o uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados resulta em poluição de lagos e rios, com prejuízos, inclusive, à saúde humana. Desse modo, fica claro que a viabilidade econômica da cultura da soja, no Brasil, deve-se também à ação dessas bactérias fixadoras de nitrogênio, que também contribuem para a preservação ambiental, trazendo benefícios a diversos setores da sociedade brasileira.

10.1 Caracterização Genética, Fisiológica e Bioquímica de Estirpes de *Bradyrhizobium* para a Cultura da Soja de Solos da Região Sul e do Cerrado e com Maior Eficiência de Fixação do Nitrogênio e Capacidade Competitiva (04.1994.322.02)

M. Hungria, Lígia Maria de O. Chueire,
Rubens J. Campo, Magda C. Ferreira¹,
Eliane Bangel², Fábio L. Mostasso¹,
Fábio de O. Pedrosa³, Luciano J. de Sousa⁴ e
Rinaldo B. Conceição

10.1.1. Classificação taxonômica, baseada na caracterização molecular, das estirpes de *Bradyrhizobium* recomendadas comercialmente para a cultura da soja

No campo da taxonomia de bactérias, os maiores avanços estão sendo obtidos pela comparação das seqüências de nucleotídeos do DNA que codificam regiões altamente conservadas, em especial o 16S rRNA, uma região de, aproximadamente, 1.500 pares de bases (pb), cuja análise tem revelado as relações filogenéticas entre os diversos gêneros e espécies de bactérias. Nesse contexto, os estudos conduzidos no ano de 1999 visaram definir a posição taxonômica das quatro estirpes recomendadas para a cultura da soja pelo uso de duas metodologias: 1) O RFLP-PCR, que consiste do RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism, polimorfismo no comprimento de fragmentos de restrição) após a amplificação, por PCR (Polymerase Chain Reaction, reação em cadeia da polimerase), da região 16S rRNA; e 2) O seqüenciamento parcial da região 16S rRNA.

O estudo foi conduzido com as quatro estirpes recomendadas comercialmente, SEMIA 5019 (=29w), SEMIA 587, SEMIA 5079 (=CPAC 15) e SEMIA 5080 (=CPAC 7) e as estirpes SEMIA 566 e SEMIA 586 (=CB 1809, =USDA 136b, =TAL 379), recebidas do banco de germoplasma de rizóbio da FEPAGRO. Como estirpes de referência foram utilizadas *Bradyrhizobium japonicum* USDA 6^T (=ATCC 10324, =3I1b6, =RCR 3425; "type strain", estirpe padrão para a espécie), USDA 110 (=3I1b110, =TAL 102, =RCR 3427, =61A89) e USDA 123; *B. elkanii* USDA 76^T, USDA 31 e USDA 94, todas provenientes do USDA, Beltsville, MD, EUA. Após a extração do DNA das bactérias procedeu-se à amplificação com os oligonucleotídeos Y1 e Y3, produzindo fragmentos de, aproximadamente, 1.500 pb e esse produto foi, então, digerido individualmente com as enzimas de restrição *CfoI*, *HaeIII*, *HinfI*, *MspI*, *NdeI* e *RsaI*. Os fragmentos obtidos foram analisados em gel de eletroforese horizontal com 3% de agarose e corridos a 100 V por 4 h. Após visualização em luz ultravioleta, os géis foram fotografados e as bandas obtidas foram analisadas pelo programa Bionumerics (Applied Mathematics, Kortrijk, Bélgica) e o método de agrupamento UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Mean Average, método de agrupamento de médias aritméticas), com o coeficiente de Jaccard. As estirpes foram, também, submetidas ao seqüenciamento direto dos fragmentos de DNA obtidos pela amplificação com os oligonucleotídeos Y1 e Y3, conforme descrito anteriormente. As seqüências obtidas

¹ Bolsista da Comunidade Européia.

² FEPAGRO.

³ UFPR - Depto. de Bioquímica.

⁴ FUNPAR.

foram alinhadas com as seqüências das estirpes (número de acesso ao GenBank entre parênteses) *B. japonicum* USDA 6^T (U69638.2), USDA 110 (Z35330), USDA 136 (L23331) e *B. elkanii* USDA 76^T (U35000.2), USDA 94 (D13429).

Quando as estirpes de *Bradyrhizobium* que nodulam a soja foram submetidas à análise de RFLP-PCR, foram observados três agrupamentos, com um nível de similaridade de 34,8% (dados não mostrados). No primeiro grupo, posicionaram-se as estirpes de *B. japonicum* USDA 6, 110 e 123 e esta última apresentou perfis idênticos ao da SEMIA 5079; o grupo apresentou similaridade de 77,8%. As três estirpes representativas da espécie *B. elkanii* e a SEMIA 587 apresentaram similaridade de 74,1%, formando o segundo grupo. Contudo, foi formado um terceiro grupo, que incluiu as estirpes SEMIA 5019 e SEMIA 5080, com diversidade genética elevada em relação às demais estirpes, mostrando, entre si, um nível de similaridade de 64,9% (dados não mostrados). Sabe-se, hoje, que as estirpes do gênero *Bradyrhizobium* apresentam pouca variabilidade genética entre si, dificultando a separação das espécies. Assim, embora o RFLP-PCR da região 16S rRNA tenha sido utilizado em diversos trabalhos, tendo sido constatado que é capaz de distinguir entre diversas espécies de rizóbio, essa metodologia nem sempre é capaz de diferenciar espécies estreitamente relacionadas, como foi o caso das estirpes de *Bradyrhizobium* deste estudo.

Quando as estirpes foram seqüenciadas, somente as bases confirmadas

sem nenhum erro de leitura foram consideradas e, portanto, o comprimento variou de 469 a 648 pb. As seqüências das quatro estirpes comerciais para a cultura da soja foram depositadas no banco mundial de genes (GenBank database) e receberam os seguintes números de acesso: SEMIA 587 (AF234890), SEMIA 5019 (AF237422), SEMIA 5079 (AF234888) e SEMIA 5080 (AF234889). As estirpes SEMIA 566, SEMIA 586, USDA 123 e USDA 31 também foram seqüenciadas e submetidas ao GenBank e receberam os números de acesso AF236086 a AF236089, respectivamente. Quando as seqüências das quatro estirpes comerciais foram submetidas ao GenBank para verificar alinhamentos significativos, constatou-se que a SEMIA 587 mostrou 100% de identidade (469 pb em 469 bp) com *Bradyrhizobium* sp. estirpe LMG 9520 (X70402), isolada de *Acacia albida* (X70402) e de 99% (468/469 bp) com *B. elkanii* USDA 76^T (U35000). Já a estirpe SEMIA 5019 mostrou 99% de identidade com *B. elkanii* USDA 31 (M55487) e, também, com a estirpe LMG 9520, enquanto a SEMIA 5080 mostrou 99% de identidade (569/572 pb) com as estirpes de *B. japonicum* DMS 30131 T (X87272) e USDA 110 (L23330). Finalmente, a SEMIA 5079 apresentou 99% de identidade (645/646 pb) com as estirpes de *B. japonicum* USDA 6^T (U69638.2), LMG 6138 (X66024) e IAM12608 (D12781). Houve similaridade total entre 637 pb das estirpes SEMIA 566-SEMIA 5079 e entre 561 pb do par de estirpes SEMIA 586-SEMIA 5080, confirmando a relação de parentesco en-

tre as mesmas, embora as estirpes variantes apresentem diferenças, em relação às parentais, em diversas propriedades morfológicas, fisiológicas, genéticas e simbióticas, conforme desmonstraram diversos estudos conduzidos, em anos anteriores, por nosso grupo de pesquisa. Contudo, as seqüências das SEMIAs 586 e 5080 diferiram da obtida para a USDA 136, que seria a CB 1809, enviada dos EUA para a Austrália e, então, para o

Brasil, em 1966, onde recebeu a denominação de SEMIA 586. Já as SEMIAs 566 e 5079 apresentaram seqüências idênticas às da USDA 123, estirpe altamente competitiva, com baixa eficiência de FBN e dominante nos solos do meio-oeste dos EUA.

As relações filogenéticas das quatro estirpes comerciais com algumas estirpes utilizadas como referência podem ser visualizadas na Fig. 10.1, podendo-se

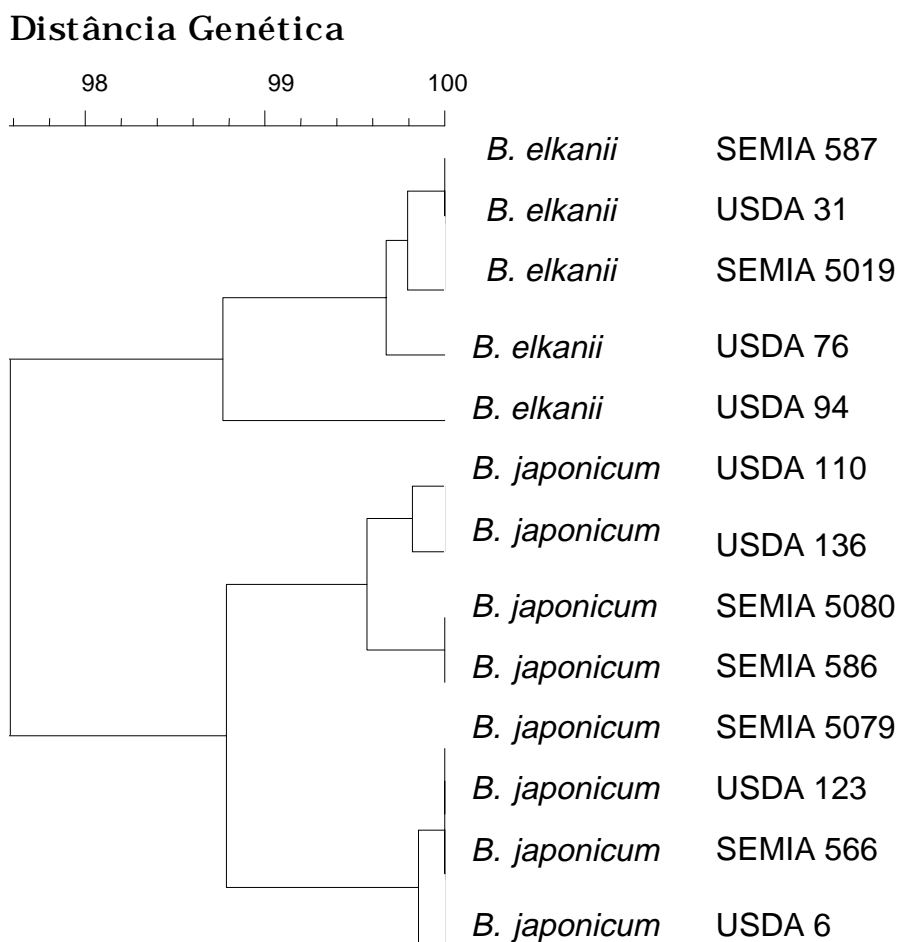


FIG. 10.1. Dendrograma (UPGMA) mostrando as relações genéticas entre os genes 16S rRNA das estirpes SEMIA recomendadas comercialmente para a cultura da soja e das estirpes representativas das espécies *B. japonicum* e *B. elkanii*.

constatar a formação de dois grupos distintos. Por esse agrupamento pode-se definir que as estirpes SEMIA 587 e SEMIA 5019 pertencem à espécie *B. elkanii*, enquanto as SEMIA 5079 e SEMIA 5080 pertencem à espécie *B. japonicum*.

10.1.2. Avaliação da população nativa de *Bradyrhizobium* capaz de nodular a soja

Os primeiros relatos de experimentos conduzidos com sementes desinfestadas, nas décadas de 60 e 70, indicam que rizóbio capaz de nodular a soja de modo eficaz estava ausente, ou em número muito baixo, nos solos brasileiros. Contudo, na última década, e em especial neste subprojeto, foram levantadas suspeitas sobre a existência de rizóbio nativo capaz de nodular a soja, uma vez que foram reisoladas, de áreas inoculadas há vários anos, estirpes com alta variabilidade morfológica, fisiológica e genética em relação às supostas parentais que haviam sido introduzidas, via inoculantes, nesses solos. Além disso, em determinados solos, após alguns anos de cultivo, foi constatada uma grande porcentagem de bactérias, em nódulos de soja, sem reação sorológica conhecida. Consequentemente, conduziu-se um experimento para avaliar a existência de *Bradyrhizobium* nativo capaz de nodular a soja em diversos solos brasileiros nunca cultivados anteriormente com essa leguminosa e cobertos por vegetação nativa. Inicialmente, obtiveram-se 40 isolados de *Bradyrhizobium* utilizando, como plantas-isca, seis genótipos primitivos e um moderno de soja, em que as plântulas foram

inoculadas com 14 solos. Foram obtidos 40 isolados de sete desses solos, que foram submetidos à caracterização sorológica, morfológica e fisiológica [síntese de ácido indol acético (AIA) e testes de tolerância à acidez, alcalinidade, salinidade e temperatura elevada (40°C) in vitro].

Dentre os parâmetros analisados, a caracterização sorológica possibilitou o agrupamento dos isolados em cinco sorogrupos (SEMIA 566, 5039, 5019, 586 e 587) e sete isolados (5, 12, 13, 14, 16, 38 e 39) não reagiram com nenhum dos antissoros testados. Os isolados diferiram, também, quanto à produção de AIA, acumulando teores baixos (4,61 e 14,37 mM), médios (42,9 mM) ou elevados (154,29 e 245,84 mM) de AIA in vitro e as concentrações foram relacionadas com os grupos sorológicos. A maioria das estirpes não tolerou acidez, alcalinidade e temperatura elevada. A análise do perfil protéico desses isolados e de 15 estirpes utilizadas como padrões, permitiu agrupá-los em oito grupos diferentes e alguns foram semelhantes aos perfis de estirpes utilizadas como padrões. Contudo, na análise do perfil de lipopolissacarídeos (LPS), foi possível enquadrá-los em nove grupos distintos e identificá-los com as estirpes utilizadas em estudos e/ou em inoculantes brasileiros, com exceção do isolado 16, que se diferenciou de todos os demais isolados e estirpes utilizadas como padrões (dados não mostrados). Pela análise dos produtos de PCR obtidos pela amplificação com os primers específicos ERIC foi possível formar três grupos genéticos, jun-

tamente com 18 estirpes utilizadas como padrões. O agrupamento genético confirma os grupos formados nas análises mencionadas anteriormente, porém, os isolados 5, 16 e 39 apresentaram perfis de DNA bastante distintos dos demais. Considerando os perfis de proteínas, lipopolissacarídeos e de ERIC-PCR, a variabilidade detectada em alguns sorogrupos (como o SEMIA 566) foi inferior à de outros sorogrupos (SEMIA 5019 e SEMIA 587). Os isolados foram, ainda, avaliados quanto à eficiência de fixação de N_2 , capacidade competitiva quando co-inoculados com a SEMIA 587 e especifici-

dade hospedeira com seis leguminosas, sob condições controladas de casa de vegetação. Em geral, a capacidade de FBN e a competitividade foram semelhantes dentro de um mesmo sorogrupo. Os principais resultados obtidos em todas essas análises estão resumidos na Tabela 10.1, podendo-se concluir que 39 isolados apresentaram características semelhantes às de sete estirpes que foram ou são usadas em inoculantes comerciais. O seqüenciamento parcial da região 16S rRNA confirmou a identidade das bases com as sete estirpes, indicando um nível elevado de dispersão de bactérias a par-

TABELA 10.1. Efeito da reinoculação da soja, cultivar BR 37, com diferentes estirpes de *Bradyrhizobium*, no número de nódulos por planta (NN.pl⁻¹), massa de nódulos secos (MSN em mg pl⁻¹), N total nos grãos (N kg ha⁻¹) e rendimento de grãos. Londrina, PR, safra 98/99, solo LRd, com população estabelecida de *Bradyrhizobium* (1,4 x 10⁴ células/g de solo). Médias de seis repetições. Embrapa Soja, 1999.

Tratamentos	NN.pl ⁻¹	MSN (mg pl ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	Rend. ⁴ (kg ha ⁻¹)
S/ reinoculação	11	211	207	3836
200 kgN ¹	10	87	192	3434
587 + 5019 ²	11	241	219	4025
587 + 5079	12	258	209	3903
587 + 5080	13	214	212	3930
5019 + 5079	12	196	216	3920
5019 + 5080	13	219	220	4070
5079 + 5080	12	231	206	3995
CPAC 40 + CPAC 44	13	218	218	3996
CPAC 42 + CPAC 45	13	244	206	3913
CV	18,4	31,6	10,2	9,9
DMS 5% ³	1,8	55,2	17,7	318

¹ N aplicado como uréia, sendo 50% no plantio e 50% aos 35 dias após emergência.

² Combinações de estirpes com população de células > 1,0 x 10¹⁰.g⁻¹ de inoculante.

³ DMS - Diferença entre médias de dois tratamentos, cada um com seis repetições, cujo valor é superior aos valores dessa linha, para cada coluna, indica que os tratamentos são diferentes entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste "t".

⁴ Rendimento corrigido para 13% de umidade.

tir das áreas cultivadas. Somente um isolado não apresentou características semelhantes às das estirpes conhecidas, mas o desempenho simbiótico desse isolado foi fraco, confirmando que alguns poucos rizóbios nativos podem ser capazes de nodular a soja, mas com baixa eficiência.



10.2 Experimentação em Rede Nacional para Recomendação de Estirpes de *Bradyrhizobium* e Inoculantes (04.0.94.322.03)

Rubens J. Campo e Mariangela Hungria

Os aumentos sucessivos da produtividade da soja implicam em aumentos na demanda de N para a cultura, por consequência, necessita-se aumentar a eficiência da fixação biológica do nitrogênio (FBN). Resultados anteriores deste subprojeto permitiram estabelecer uma nova técnica para aplicar os inoculantes turfosos, com água açucarada a 10%, que permitiu uma ótima aderência do inoculante às sementes. Essa nova recomendação de inoculação aumentou a eficiência de FBN e, como consequência, a produtividade da soja aumentou em 4,5% (2,25 sacos/ha). Outra técnica para aumentar a eficiência de FBN que vem sendo estudada neste subprojeto é a que objetiva identificar, avaliar e selecionar estirpes ou combinações de estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii* com maior eficiência de FBN nos processos de reinoculação da soja. Quatro estirpes de *Bradyrhizobium*, atualmente re-

comendadas para os inoculantes comerciais, e quatro isolados provenientes da região de solos do cerrado estão sendo avaliados e comparados com dois tratamentos testemunha, sem inoculação e com aplicação de 200 kg de N mineral por hectare, em experimentos de campo, delineados em blocos ao acaso com seis repetições. Os experimentos estão distribuídos em rede nacional, em oito locais, safra 93/94, e seis locais a partir da safra 94/95. Os experimentos tiveram análise global dos resultados em 1996 e mostraram que a reinoculação da soja com as estirpes SEMIA 587 + SEMIA 5080 incrementou a produtividade da soja em 3,3%. Os estudos deste subprojeto terão sua continuidade até o ano 2000, quando será feita uma análise completa dos resultados, para anos e locais, visando atender este último objetivo proposto.

Conforme foi constatado nos anos anteriores, a reinoculação da soja tem aumentado a eficiência de FBN de algumas combinações de estirpes. Na safra 1998/99 os resultados não diferiram, substancialmente, dos anos anteriores. Nas Tabelas 10.1, 10.2 e 10.3, são apresentados os resultados de número de nódulos, massa de nódulos secos, N total nos grãos e rendimento de grãos. As comparações entre os tratamentos foram feitas entre as médias, duas a duas, sempre comparadas com o tratamento sem inoculação.

No experimento conduzido em Londrina (Tabela 10.1) verificou-se que as combinações de estirpes (SEMIA 587 + SEMIA 5080, SEMIA 5019 + SEMIA 5080, CPAC 40 + CPAC 44 e CPAC 42

TABELA 10.2. Efeito da reinoculação da soja, cultivar BR 37, com diferentes estirpes de *Bradyrhizobium* no número de nódulos (NN pl⁻¹), na massa de nódulos secos (MSN em mg.pl⁻¹), N total nos grãos (N kg.ha⁻¹) e rendimento de grãos. Experimento conduzido em Ponta Grossa, PR, safra 98/99, solo LVa, com população estabelecida de *Bradyrhizobium* (2,4 x 10⁶ células/g de solo). Médias de seis repetições. Embrapa Soja, 1999.

Tratamentos	(NN.pl ⁻¹)	MSN (mg.pl ⁻¹)	N (kg.ha ⁻¹)	Rend. ⁴ (kg.ha ⁻¹)
S/ reinoculação	14	299	172	2697
200 kgN ¹	13	250	189	2872
587 + 5019 ²	15	277	193	2912
587 + 5079	14	292	196	2972
587 + 5080	15	323	203	3100
5019 + 5079	14	265	182	2762
5019 + 5080	13	277	185	2839
5079 + 5080	15	295	191	2922
CPAC 40 + CPAC 44	14	275	185	2838
CPAC 42 + CPAC 45	14	288	192	2921
C.V.	25,3	31,8	8,2	8,1
DMS 5% ³	2,9	74,4	12,7	192

¹ N aplicado como uréia, sendo 50% no plantio e 50% aos 35 dias após emergência.

² Combinações de estirpes com população de células > 1,0 x 10¹⁰.g⁻¹ de inoculante.

³ DMS - Diferença entre médias de dois tratamentos, cada um com seis repetições, cujo valor é superior aos valores dessa linha, para cada coluna, indica que os tratamentos são diferentes entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste "t".

⁴ Rendimento corrigido para 13% de umidade.

+ CPAC 45) apresentaram número de nódulos superiores ao tratamento sem reinoculação. As demais combinações foram iguais ao tratamento sem reinoculação. Com relação à massa de nódulos secos, e ao rendimento de grãos o tratamento com 200 kg de N mineral foi inferior a todos os tratamentos, mostrando, que o N mineral é prejudicial à nodulação e fator limitante à obtenção de altas produtividades. Não houve diferença no conteúdo de N total nos grãos, entre as combinações de estirpes e o tratamento sem inoculação. As combinações de estirpes apresentaram rendimentos, es-

tatisticamente, iguais ao tratamento sem reinoculação, embora algumas combinações chegaram a apresentar aumentos de rendimento de até 6,1% (SEMIA 5019 + SEMIA 5080). Na média de todas as combinações de estirpes, houve um aumento, em relação à testemunha sem reinoculação, de 3,5%, resultado este que confirma a importância econômica de se reinocular a soja anualmente e reforça a recomendação atual da pesquisa, que é a de se efetuar a reinoculação da soja anualmente.

No experimento conduzido em Ponta Grossa, em solo já cultivado (Tabela 10. 2)

TABELA 10.3. Comparação entre a população remanescente da primeira inoculação com a re inoculação das diversas combinações de estirpes de *Bradyrhizobium* pela avaliação do número de nódulos por planta (NN/pl.), da safra anterior (1997/98) e do número nódulos obtidos sem reinoculação e com reinoculação, na safra 1998/99, e os seus efeitos sobre o rendimento de grãos (kg/ha). Experimento conduzido em Ponta Grossa, PR, safras 1997/98 e 1998/99, solo LVa cuja população de *Bradyrhizobium* inicial foi inferior a 1×10^2 células/g de solo. Embrapa Soja, 1999.

Tratamentos	(NN.pl ⁻¹) 97/98	NN.pl ⁻¹ 98/99 SR	NN.pl ⁻¹ 98/99 CR	NN % aum.	Rend. ³ (kg.ha) sem rein.	Rend. ³ (kg.ha) com rein.	Aumento %
Sem Inoculação	0,7	11	17	54,5	3273	3770	15,2
200 kg N ¹	1,4	8	11	37,5	3314	3643	9,9
587 + 5019 ²	5,3	11	17	54,5	3324	3707	11,5
587 + 5079	5,8	12	23	91,7	3210	3779	17,7
587 + 5080	8,6	8	17	112,5	3354	3847	14,7
5019 + 5079	8,1	7	21	200,0	3467	3673	5,9
5019 + 5080	4,4	12	17	41,7	3333	3885	16,6
5079 + 5080	2,4	10	19	90,0	3152	3847	22,0
CPAC 40 + CPAC 44	6,0	13	20	53,8	3114	3638	16,8
CPAC 42 + CPAC 45	5,1	8	14	75,0	3303	3866	17,0
Média 8 combinações	5,7	10,1	18,5	83,2	3282	3780	15,2

¹ N aplicado como uréia, sendo 50% no p lantio e 50% aos 35 dias após emergência.

² Combinações de estirpes com população de células $> 1,0 \times 10^{10}$.g⁻¹ de inoculante.

³ Rendimento corrigido para 13% de umidade.

não foi observado efeito significativo em nenhum tratamento no número e massa de nódulos secos. Por outro lado, à exceção da combinação de estirpes SEMIA 5019 + SEMIA 5079, que foi igual ao tratamento sem reinoculação, todos os demais tratamentos apresentam N total nos grãos superior ao tratamento sem reinoculação. A produtividade de grãos, das combinações de estirpes: SEMIA 587 + SEMIA 5019, SEMIA 587 + SEMIA 5079, SEMIA 587 + SEMIA 5080, SEMIA 5079 + SEMIA 5080 e os isolados CPAC 42 + CPAC 45, apresentaram rendimento de grãos superiores à testemunha sem reinoculação. De modo

geral, todos os tratamentos com reinoculação apresentaram aumentos de rendimento. Na média de todos os tratamentos, a reinoculação aumentou a produtividade em 8,6% em relação ao tratamento sem reinoculação. O maior aumento foi de 14,9% para a combinação de estirpes SEMIA 587 + SEMIA 5080 e o menor aumento, 2,4%, para a combinação de estirpes SEMIA 5019 + SEMIA 5079.

O experimento de rede de primeiro plantio de soja de Ponta Grossa (1997/98) com população de *Bradyrhizobium* inferior a 1×10^2 células/g de solo, foi dividido em dois, na safra 1998/99. O

objetivo foi de estudar a influência de combinações de estirpes na reinoculação da soja. Três repetições foram plantadas sem inocular, só com a população de *Bradyrhizobium* remanescente da primeira inoculação e três repetições foram reinoculadas com as mesmas combinações do ano anterior, exceção ao tratamento sem inoculação, que foi inoculado com as estirpes SEMIA 5079 + SEMIA 5080.

Quando comparamos o efeito residual da inoculação com o efeito da reinoculação (Tabela 10.3) verifica-se que a população remanescente do solo das oito diferentes combinações de estirpes inoculadas na safra 1997/98 aumentaram a nodulação, em média de 5,7 nódulos para 10,1 nódulos, entretanto, quando se efetuou a reinoculação, no segundo ano de plantio, essa nodulação aumentou em todas as combinações de estirpes e, na média, esse aumento passou de 10,1 para 18,5 nódulos por planta, ou seja, 83,2%. A melhor nodulação com a reinoculação proporcionou aumentos de rendimentos em todas as combinações de estirpes usadas na reinoculação, que variaram de 5,9% (SEMIA 5019 + SEMIA 5079) a 22% (SEMIA 5079 + SEMIA 5080). O aumento da produtividade média dos oito pares de estirpe devido a reinoculação foi de 15,2%, passando de 3282 kg ha⁻¹ para 3780 kg ha⁻¹. Este ganho destaca a importância da reinoculação da soja para o aumento da eficiência da FBN em soja.

10.3 Caracterização e Seleção de Genótipos de Soja para a Fixação Biológica do N₂ e Obtenção de Genótipos mais Responsivos (04.1994.322.04)

Marisa F. Nicolás¹, Carlos A. A. Arias, Edson Ludorf² e Mariangela Hungria

10.3.1. Identificação de marcadores moleculares relacionados à fixação biológica do N₂ na cultura da soja

Um dos objetivos desse subprojeto é o de identificar marcadores moleculares relacionados à FBN em soja. Para isso foram, inicialmente, identificadas cultivares de soja contrastantes em relação à FBN quando inoculadas com as três estirpes dominantes nos solos brasileiros já inoculados anteriormente, SEMIA 566, SEMIA 587 e SEMIA 5019. Foram selecionadas quatro cultivares parentais: com bom desempenho simbiótico (J-200 e Bossier); desempenho médio (EMBRAPA-20) e desempenho simbiótico inferior (EMBRAPA 133). Durante o verão de 1998, foram feitas as sementeiras das parentais Bossier, J-200, EMBRAPA 20 e EMBRAPA 133, para a obtenção das gerações F1 de cada cruzamento. As sementeiras foram realizadas, semanalmente, a partir do mês de janeiro, para que houvesse coincidência de dias para floração entre as diferentes parentais, garantindo, através de cruzamentos, a quantidade de sementes F1 desejada. Duas sementes de cada uma das parentais foram semeadas em vasos com solo e as hibridizações foram feitas manual-

¹ Doutorado em Genética pela UFPR.

² Bolsista da Comunidade Européia.

mente, ao entardecer, em casa de vegetação. Os cruzamentos envolveram um dialelo completo, totalizando seis combinações entre cruzamentos diretos e recíprocos. As gerações segregantes F2 e F3 foram obtidas, até março de 1999, pelo método das gerações sucessivas de autofecundação, utilizando o "single seed descent" (SSD). Após a colheita, as vagens de cada planta foram debulhadas manualmente e devidamente identificadas, e três a cinco sementes foram escolhidas, aleatoriamente, para a semeadura da próxima geração. As sementes remanescentes das gerações parental e F1 foram armazenadas no Banco de Germoplasma da Embrapa Soja, para nova produção de sementes. Posteriormente, foram produzidas em casa de vegetação, todas as sementes destinadas ao experimento de genética quantitativa (Parentais, F2 e F3), durante o verão de 1999, coincidindo com a produção da geração segregante F3. Dessa forma, garantiu-se que todas as sementes tivessem a mesma idade, minimizando os efeitos de erros experimentais de pré-casualização. A paternidade foi confirmada por marcadores fenotípicos e, quando isso não foi possível, por marcadores RAPD ("Random Amplified Polymorphic DNA", DNA amplificado aleatoriamente).

Em maio de 1999 foi realizado o experimento de genética quantitativa com a finalidade de descrever as diferenças na expressão fenotípica dos quatro genótipos selecionados com relação à nodulação e FBN. Para isso, foram utilizadas as sementes parentais e as gerações segregantes F2 e as famílias F3 da mes-

ma idade, coletadas em março de 1999. O experimento foi conduzido em vasos com solo, com população estabelecida de *Bradyrhizobium*, e em areia, procedendo-se à inoculação com as estirpes SEMIA 566 e SEMIA 587 no estágio V₂ de crescimento (plantas com o segundo trifólio aberto). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e o experimento foi dividido em três partes, cada uma com duas combinações de cruzamentos, com 20 vasos para cada parental, 30 vasos para cada F2 e RF2, 30 famílias F3 e RF3 (com quatro plantas por família), totalizando, para cada combinação, 340 vasos e, para as seis combinações, 2040 vasos. A coleta foi realizada aos 40 dias, avaliando-se a nodulação e o crescimento das plantas. Não foram detectados efeitos recíprocos nos cruzamentos.

No experimento 1 (J-200 X EMBRAPA 133 e Bossier x EMBRAPA 133), as principais conclusões são: 1) Com o cruzamento J-200 X EMBRAPA 133, foram detectados efeitos de dominância [h] para número e massa de nódulos secos (NN e MNS); 2) Efeitos aditivos [d], de dominância [h] e de epistasia [i] foram detectados no cruzamento Bossier X EMBRAPA 133, somente para NN; 3) A variância genética aditiva *D* e de dominância *H* não foram significativas nos dois cruzamentos estudados, sendo apenas registrados efeitos de variância ambiental *E*. Com isto, não é possível a escolha dos cruzamentos J-200 X EMBRAPA 133 ou Bossier X EMBRAPA 133 para a busca de marcadores moleculares ligados aos QTLs ("Quantitative Trait Loci", ou seja,

locos controladores de característica quantitativa) que controlam os caracteres em estudo.

No experimento 2 (J-200 X EMBRAPA 20 e Bossier X EMBRAPA 20) constatou-se: 1) No cruzamento J-200 X EMBRAPA 20 foram detectados efeitos aditivos [d] na MPAS, NN e na razão MNS/NN; 2) No cruzamento Bossier X EMBRAPA 20, foram detectados efeitos aditivos [d] no NN e MNS e na razão MNS/NN e, também, efeitos de dominância [h] na razão MNS/NN; 3) Efeitos de variância genética aditiva D foram significativos nos dois cruzamentos nas variáveis MPAS e MNS. No cruzamento Bossier X EMBRAPA 20, D foi significativo no NN e, no cruzamento J-200 X EMBRAPA 20, na razão MNS/NN; 4) Efeitos de variância genética de dominância H foram significativos no cruzamento Bossier X EMBRAPA 20, na razão MNS/NN; 5) Efeitos de interação genótipo x microambiente $E1$, $E2$ foram significativos, nos dois cruzamentos, na razão MNS/NN; 6) A herdabilidade para MPAS, NN e MNS foi superior em Bossier X EMBRAPA 20, sendo este cruzamento escolhido para busca de marcadores moleculares ligados aos QTLs que afetam essas variáveis.

No experimento 3 (J-200 x Bossier e EMBRAPA 20 x EMBRAPA 133) observa-se que: 1) No cruzamento J-200 X Bossier foram detectados efeitos aditivos [d] no NN e na razão MNS/NN; 2) No cruzamento EMBRAPA 20 X EMBRAPA 133 foram encontrados efeitos aditivos [d] em todas as variáveis testadas e efeitos de dominância [h] na MPAS, na MSN e na razão MSN/NN; 3) Efeitos de variância

genética aditiva D foram significativos nos dois cruzamentos na MPAS e, no cruzamento J-200 x Bossier, no NN; 4) Efeitos de variância genética de dominância H foram significativos no cruzamento EMBRAPA 20 x EMBRAPA 133, nas variáveis MPAS, NN e MNS; 5) Efeitos de interação genótipo X microambiente $E1$, $E2$ foram significativos no cruzamento J-200 x Bossier, na razão MSN/NN; 6) A herdabilidade para MPAS foi superior no cruzamento EMBRAPA 20 X EMBRAPA 133, portanto este cruzamento foi escolhido para a busca de marcadores moleculares ligados aos QTLs que controlam a expressão dessa variável. As análises moleculares serão feitas com o uso de microssatélites.



10.4 Interação entre Espécies Vegetais e Microrganismos do Solo em Sistemas de Rotação e Sucessão de Culturas em Semeadura Direta ou Preparo Convencional do Solo (04.1994.322.05)

Mariangela Hungria, Alexandre J. Cattelan, Lígia Maria de O. Chueire e Rubens J. Campo

Os experimentos a campo foram instalados em dois locais no estado do Paraná: na estação experimental da Embrapa Soja, em Londrina, em Latossolo Roxo, e na estação experimental da Embrapa Sementes Básicas, em Ponta Grossa, em uma área de Latossolo Vermelho-Escuro, na safra 1998/99, ambos no sistema de semeadura direta. Antes do plantio, em Londrina, o solo foi corri-

gido com 2200 kg de calcário dolomítico e adubado com 250 kg da fórmula 0-20-20 (N-P-K) e 30 kg de FTE Mamboré Ponta Grossa por ha, de acordo com a análise química. Em Ponta Grossa, e a mesma adubação de base o solo foi corrigido com 2900 kg de calcário por ha. Sementes de soja cv. BR 37 foram inoculadas com isolados de rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCP). Os isolados usados foram: *Pseudomonas cepacia* GN1201, *Ralstonia pickettii* GN2214, *Acinetobacter baumannii* LC3116, *Pseudomonas* sp. LN1116, *Pseudomonas* sp. LN3212 e LW2301 (não identificado). As células bacterianas foram suspensas em 0,1 M MgSO_4 (pH 7,0) e a densidade ótica ajustada para uma absorbância de 0,55 a 600 nm. No momento da semeadura, adicionou-se açúcar cristal (100 g/l). Essa suspensão foi misturada com sementes de soja cv. BR 37 (250 ml por 50 kg) e logo em seguida adicionou-se o inoculante turfoso (500 g por 50 kg de semente) contendo as quatro estirpes de *Bradyrhizobium* spp. recomendadas (SEMIA 587, 5019, 5079 e 5080), com concentração de $1,9 \times 10^9$ células/g de turfa. A testemunha foi inoculada apenas com *Bradyrhizobium* spp. Aos 30 dias após a emergência, 10 plantas por parcela foram arrancadas com o sistema radicular intacto para avaliação da nodulação, desenvolvimento da raiz e da parte aérea e de N, P e K totais no tecido. Ao final do ciclo, os grãos foram colhidos para avaliação do rendimento por área e determinação do teor de N total. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados

com cinco repetições e parcelas de 4,0 por 6,0 m.

No experimento conduzido em Londrina, nenhum isolado aumentou significativamente a nodulação da soja em relação à testemunha. O mesmo foi observado para N, P e K no tecido (Tabela 10.4). Em Ponta Grossa, o teor de K no tecido foi aumentado significativamente em relação à testemunha pelos isolados LC3116, LN1116 e LN3212. O desenvolvimento das raízes e da parte aérea não foi afetado significativamente pelos tratamentos em nenhum dos dois locais. Nos grãos, houve aumento significativo na concentração de P quando a soja foi inoculada com os isolados GN2214 e LC3116, em Londrina (Tabela 10.5). Esse resultado é importante especialmente porque esses dois isolados são solubilizadores de fosfatos. As demais variáveis não foram aumentada significativamente por nenhum tratamento, assim como o rendimento de grãos em nenhum dos dois locais (Tabela 10.5).

10.4.1. Caracterização genética de estirpes de rizóbio de crescimento rápido isoladas de solos sob vegetação nativa ou solos cultivados ou não anteriormente sob os sistemas de semeadura direta ou plantio convencional

No ano de 1999 foram relatados os resultados obtidos pela determinação de 81 características genéticas de 30 isolados de crescimento rápido (tempo de duplicação entre 85 e 225 minutos em meio de cultura contendo manitol) obtidos a partir de nódulos de soja inoculada com diluições de solos de áreas virgens e áreas cultivadas anteriormente com

TABELA 10.4. Nodulação, massa seca de raízes e da parte aérea e concentração de N, P e K no tecido de plantas de soja cv. BR 37 inoculadas com bactérias rizosféricas promotoras do crescimento, 30 dias após a emergência, Londrina, PR. Safra 1998/99.

Tratam.	Nº Total Nódulos Nº pl ⁻¹	Massa S. Total Nódulos Mg pl ⁻¹	Massa Seca Raízes Mg pl ⁻¹	Massa S. Seca P. Aérea Mg pl	Parte Aérea N g kg ⁻¹	Parte Aérea P Mg kg ⁻¹	Parte Aérea K g kg ⁻¹
GN1201	146c ^a	285ns ^b	409ns	2392ns	60,5a	314ns	2,45ns
GN2214	163cb	379	412	2375	59,3a	308	2,34
LC3116	168 bc	314	390	2367	57,3ab	306	2,36
LN1116	156 bc	337	361	2198	56,4ab	310	2,45
LN3212	146 c	341	370	2368	53,2 b	306	2,36
LW2301	181ab	358	413	2513	58,0a	318	2,36
Testem.	200a	377	418	2446	55,7ab	276	2,41

^a Médias de tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5%, para cada variável estudada.

^b NS: As médias dos tratamentos não diferem entre si pelo teste F, ao nível de 5%.

TABELA 10.5. Concentração de N, P e K, massa de 100 grãos e rendimento de grãos, corrigidos para 13% de umidade, de plantas de soja cv. BR 37 inoculadas com bactérias rizosféricas promotoras do crescimento, Londrina, PR. Safra 1998/99.

Tratamento	N grãos (g kg ⁻¹)	P grãos (Mg kg ⁻¹)	K grãos (g kg ⁻¹)	Massa 100 grãos (g)	Rend. grãos (kg ha ⁻¹)
GN1201	55,1ns ^a	494abc ^c	1,91a	13,6ns	3371ns
GN2214	54,5	502a	1,93a	13,5	3379
LC3116	55,9	500ab	1,94a	13,8	3311
LN1116	55,9	476 c	1,91a	13,5	3297
LN3212	54,7	480 bc	1,84 b	13,5	3384
LW2301	54,9	482abc	1,89ab	13,3	3626
Testem.	55,7	478 c	1,93a	13,1	3451

^a Médias de tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5%, para cada variável estudada.

^b ns: As médias dos tratamentos não diferem entre si pelo teste F, ao nível de 5%.

soja, sob os sistemas de semeadura direta (SD) ou plantio convencional (PC). Procedeu-se à caracterização genética das estirpes e o DNA foi amplificado, inicialmente, pelas técnicas de ERIC-REP-PCR

e por RAPD (conforme item 10.1.2). Ambas análises mostraram diversidade genética elevada entre os isolados e que cada um representava uma única estirpe. A seguir, as estirpes foram submeti-

das à análise de RFLP-PCR do fragmento do DNA que codifica o 16S rRNA (conforme item 10.1.1). Em geral, o agrupamento foi consistente ao nível de gêneros e espécies de rizóbio e quatro grandes grupos foram formados, unidos a 15,6% de similaridade (dados não mostrados). As estirpes de referência das espécies *B. japonicum*, *B. elkanii* e *Bradyrhizobium* BTAi1 foram agrupadas com as estirpes 11, 8, 30, 10 e 28, com 26,4% de similaridade e as estirpes 19, 13 e 17 foram posicionadas no grupo II, porém com um nível de similaridade com o grupo I de 19,9%. O grupo III incluiu as estirpes de referência de *Sinorhizobium* e *Mesorhizobium*, unidas em 30,1% de similaridade. O subgrupo IV.I incluiu 11 estirpes deste estudo, com 57,6% de similaridade; as estirpes de *R. tropici* PRF 54, PRF 81 e *S. fredii* CCBAU 114 foram unidas a esse grupo ao nível de 49,6%. O subgrupo IV.II incluiu estirpes com uma similaridade de 52,3%; as estirpes referência de *R. giardinii*, *R. gallicum*, *R. leguminosarum* e *R. etli* foram unidas ao nível de 56,4% e cinco estirpes deste estudo, 26, 27, 25, 9 e 19 foram relacionadas ao nível de 61,8%. O subgrupo IV.I foi unido ao IV.II ao nível de 47,4% e a estirpe 21 apresentou 40,4% de relação com esse grupo. As estirpes de *R. tropici* IIA and IIB foram semelhantes ao nível de 52,0%, unindo-se ao grupo IV ao nível de 36,2%. Finalmente, a estirpe 18 foi unida aos grupos IV e V a um nível de 30,3% (dados não mostrados). Com a finalidade de estudar a estabilidade genética dessas estirpes, procedeu-se à repicagem, por 10 vezes, em meio de

cultura contendo extrato-de-levedura e manitol e as bactérias foram, então, inoculadas em plântulas de soja, tendo-se constatado que 8 delas (4, 6, 12, 13, 17, 19, 21) perderam a capacidade de nodular de modo eficaz a soja. As seqüências parciais do 16S rRNA das demais 22 estirpes foram determinadas, com comprimentos que variaram de 391 a 650 pb. Nenhuma das estirpes apresentou similaridade genética com *Sinorhizobium fredii*, o microssimbionte da soja caracterizado pelo crescimento rápido em meio de cultura com manitol. Catorze estirpes mostraram identidade elevada (99% to 100%) com as seguintes estirpes (números de acesso ao 'GenBank' entre parênteses): *Rhizobium* genosp. Q estirpe BDV5102 (Z94806.1), *R. tropici* IAM 14206 (D12798), *Agrobacterium tumefaciens* (D14504) e *Rhizobium leguminosarum* LMG 9518 (X67233.1), essa última que deve, hoje, estar classificada como *R. tropici*. As identidades dessas estirpes, em pb, foram: 1 (541/546); 2 (525/525); 3 (507/510); 5 (612/614); 7 (543/543); 9 (413/413); 14 (481/483); 15 (461/464); 22 (464/464); 23 (612/613); 25 (591/591); 26 (511/513); 27 (507/509); 29 (421/422). Na definição da espécie *R. tropici*, foi sugerido que ela seria nativa da América do Sul tendo, como hospedeiro, o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.); de fato, a espécie tem sido isolada de nódulos de feijoeiro de diversas áreas do Brasil. Contudo, *R. tropici* também é capaz de nodular outras espécies, como *Leucaena* spp., e tem sido isolada em outros continentes e hospedeiros, como por exem-

plo, *Bolusanthus* e *Aspartium* na África e de arbustos nativos na Austrália, o que levanta dúvidas sobre sua origem sul americana. Embora apresentando similaridade do 16S rRNA com *R. tropici*, apenas uma estirpe deste estudo foi capaz de nodular o feijoeiro, e as propriedades fenotípicas analisadas no ano de 1998 mostraram grandes diferenças em relação às descritas para essa espécie. Além disso, as estirpes deste estudo mostraram elevada diversidade genética, quando avaliadas por ERIC-REP-PCR e RAPD e podem representar novas espécies. A estirpe 18 mostrou 98% de identidade (503/512 bp) com a estirpe promíscua *Rhizobium* sp. OR 191 (X91211.1). A estirpe 24 apresentou identidade baixa com outras espécies, apenas 96% (631/652) com *R. huautlense* (AF025852.1), *Rhizobium* sp. SH1124 (Y12352.1) e OK-55 (D14510) e os estudos continuarão para verificar se essa também pode ser uma nova espécie. *R. huautlense* é considerado um simbiote de *Sesbania herbacea* e está filogeneticamente próximo a *R. galegae* e *Agrobacterium* e as estirpes SH1124 e OK-55 também estão posicionadas nesse ramo. A estirpe 20 apresentou identidade elevada (496/498 bp) com *Agrobacterium* sp. (AJ130721.1 e AJ004859) e *A. radiobacter* (AJ130719.1), todas isoladas de nódulos de leguminosas tropicais, na África. Contudo, tanto *R. tropici* como *R. galegae* apresentam características semelhantes e são geneticamente relacionadas a *Agrobacterium* spp. A importância ecológica desses isolados que apresentam semelhança com *Agrobacterium*, porém,

ainda precisa ser determinada. Duas estirpes, 8 e 30, mostraram identidade com *B. japonicum* USDA 6 (U69638.2), USDA 123 (AF2366088.1), SEMIA 566 (AF2360861) e SEMIA 5079 (AF234888) e duas outras estirpes, 11 e 16, com *B. japonicum* USDA 110 (L23330.1), USDA 136 (L23331.1), SEMIA 586 (AF236087) e SEMIA 5080 (AF234889). Finalmente, a estirpe 28 apresentou 98% (429/439) de identidade com *B. elkanii* USDA 31 (AF236089.1). Essas estirpes com semelhança de 16S rRNA com *Bradyrhizobium*, porém, apresentaram propriedades fisiológicas, descritas em 1998, semelhantes a rizóbio de crescimento rápido (*Rhizobium* ou *Sinorhizobium*) e poderiam, portanto, representar simbiotes de leguminosas nativas, com propriedades fisiológicas intermediárias. As estirpes 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30 foram denominadas como 'PRSFG' (Paraná 'Soybean Fast Grower') e as seqüências foram colocadas no 'GenBank database', recebendo os números de acesso AF260276 a AF260297 (Tabela 10.6). Em relação ao sistema de cultivo, a maior diversidade de estirpes de crescimento rápido foi encontrada nos solos virgens, de onde foram isoladas as espécies *R. tropici*, *Rhizobium* sp. OR 191, *R. huautlense* e *Agrobacterium* sp. Nos solos sob SD, encontraram-se estirpes de *R. tropici*, *B. japonicum* e *B. elkanii* e, no PC, todas as estirpes foram classificadas como *R. tropici*. Desse modo, verificou-se que as condições de estresse ambiental do PC diminuíram, drasticamente, a diversidade de rizóbio. A árvore filo-

TABELA 10.6. Resumo das principais características avaliadas *in vitro* e *in vivo* das estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solos brasileiros não cultivados anteriormente e de algumas estirpes utilizadas em estudos e/ou inoculantes brasileiros.

Isolado/ Estirpe	Solo	Soro- grupo ^a	AIA ^b	Proteína ^c	LPS ^c	DNA ^c	Fixação ^d	Competi- tividade ^e	16S rRNA ^c
SEMIA 566		566	B	I	I	II	B	A	566
SEMIA 5079		566	B	I	I	II	A	A	566
1	1 RS	566	B	I	I	II	B	B	n.a.
2	1 RS	566	B	I	I	II	A	A	566
3	4 DF	566	B	I	I	II	B	B	n.a.
15	5 DF	566	B	I	I	II	B	B	566
17	8 AM	566	B	I	I	II	B	A	n.a.
18	8 AM	566	B	I	I	II	B	B	n.a.
19	8 AM	566	B	I	I	II	B	B	n.a.
20	6 AM	566	B	I	I	II	B	B	n.a.
21	6 AM	566	B	I	I	II	B	A	n.a.
22	6 AM	566	B	I	I	II	B	B	566
23	6 AM	566	B	I	I	II	B	B	n.a.
24	8 AM	566	B	I	I	II	B	B	n.a.
25	8 AM	566	B	I	I	II	B	B	n.a.
26	8 AM	566	B	I	I	II	B	B	n.a.
27	8 AM	566	B	I	I	II	A	B	566
28	8 AM	566	B	I	I	II	B	B	n.a.
29	8 AM	566	B	I	I	II	A	B	n.a.
31	8 AM	566	B	I	I	II	B	B	n.a.
SEMIA 5039		5039	B	II	V	III	B	A	5039
6	2 RS	5039	B	II	V	I	B	A	5039
7	2 RS	5039	B	II	V	I	B	A	n.a.
8	2 RS	5039	B	II	V	I	B	A	n.a.
9	2 RS	5039	B	II	V	I	B	A	n.a.
10	2 RS	5039	B	II	V	I	B	A	n.a.
33	6 AM	5039	B	II	V	III	B	B	n.a.
34	10 MG	5039	B	II	V	III	B	A	5039
35	10 MG	5039	B	II	V	III	B	A	n.a.
36	10 MG	5039	B	II	V	III	B	A	n.a.
37	10 MG	5039	B	II	V	III	B	A	n.a.
SEMIA 5019		5019	A	I	II	III	A	A	5019
11	4 DF	5019	B	V	III	I	A	B	5019
30	8 AM	5019	A	I	II	III	A	B	5019
32	8 AM	5019	A	I	II	III	A	A	5019
SEMIA 586		586	B	IV	VIII	II	A	B	586
SEMIA 5080		586	B	IV	VIII	II	A	B	586
4	5 DF	586	B	IV	VIII	II	A	B	586

Continua...

Isolado/ Estirpe	Solo	Soro- grupo ^a	AIA ^b	Proteína ^c	LPS ^c	DNA ^c	Fixação ^d	Competi- tividade ^e	16S rRNA ^c
...Continuação									
SEMIA 587		587	A	n.a.	VI	III	A	–	587
40	10 MG	587	A	VIII	VI	III	A	–	587
38	10 MG	s.r.	A	VIII	VI	III	A	A	587
39	10 MG	s.r.	B	VIII	VII	I	A	A	587
12	4 DF	s.r.	B	V	IV	I	B	B	5019
13	4 DF	s.r.	A	V	II	I	A	A	5019
14	4 DF	s.r.	A	V	II	I	A	A	5019
5	5 DF	n.r	M	VI	II	I	A	B	5019
16	5 DF	s.r.	B	VII	IX	I	B	B	-
SEMIA 5061		s.r.	A	I	II	III	n.a.	n.a.	5019
USDA 31		s.r.	A	n.a.	III	III	n.a.	n.e	31
USDA 76		s.r.	A	I	II	III	n.a.	n.a.	76
USDA 94		s.r.	A	n.a.	IV	I	n.a.	n.a.	94

^a s.r. indica que os isolados não reagiram com nenhum antissoro.

^b B, baixo, 4,6 a 14 μ M; M, médio, 43 μ M; A, alto, 127 a 246 μ M.

^c n.a. indica não avaliado; LPS indica perfil de lipopolissacarídeos.

^d A e B indicam N total acumulado nos tecidos maior ou menor do que 51,2 mg de N/planta, respectivamente.

^e A e B indicam ocupação dos nódulos igual ou maior que 50% ou menor que 50%, respectivamente.

genética dessas estirpes brasileiras e das estirpes representativas de diversas espécies pode ser visualizada na Fig. 10.2.



10.5 Efeito Ecológico e Mutagênico do Al e Mn sobre o *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii* (04.1994.322.15)

Rubens J. Campo, Mariangela Hungria,
Ligia M. O Chueire e Leny M. Miura

A acidez dos solos brasileiros tem se revelado, através dos anos, como um dos fatores limitantes à produção agrícola e, no caso da soja, também da fixação biológica do N₂. Vários trabalhos têm sido

realizados para estudar os efeitos da acidez do solo, especialmente toxidez de Al e Mn, sobre a fixação biológica do N₂ na soja. Entretanto, estudos dos efeitos desses elementos sobre a bactéria responsável pela simbiose não têm sido realizados. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a diversidade genética e a eficiência de fixação biológica do nitrogênio das estirpes de *Bradyrhizobium*, utilizadas nos inoculantes ao longo dos anos e dos seus isolados (mutantes ou não), obtidos pela exposição das estirpes ao Al e ao Mn. Basicamente, o trabalho consiste de se expor as estirpes ao Al e ao Mn, em meio de cultura e em soluções de solos ricos em Al e Mn. Os isolados expostos ao Al e Mn, mutantes ou não, e os parentais

Distância Genética

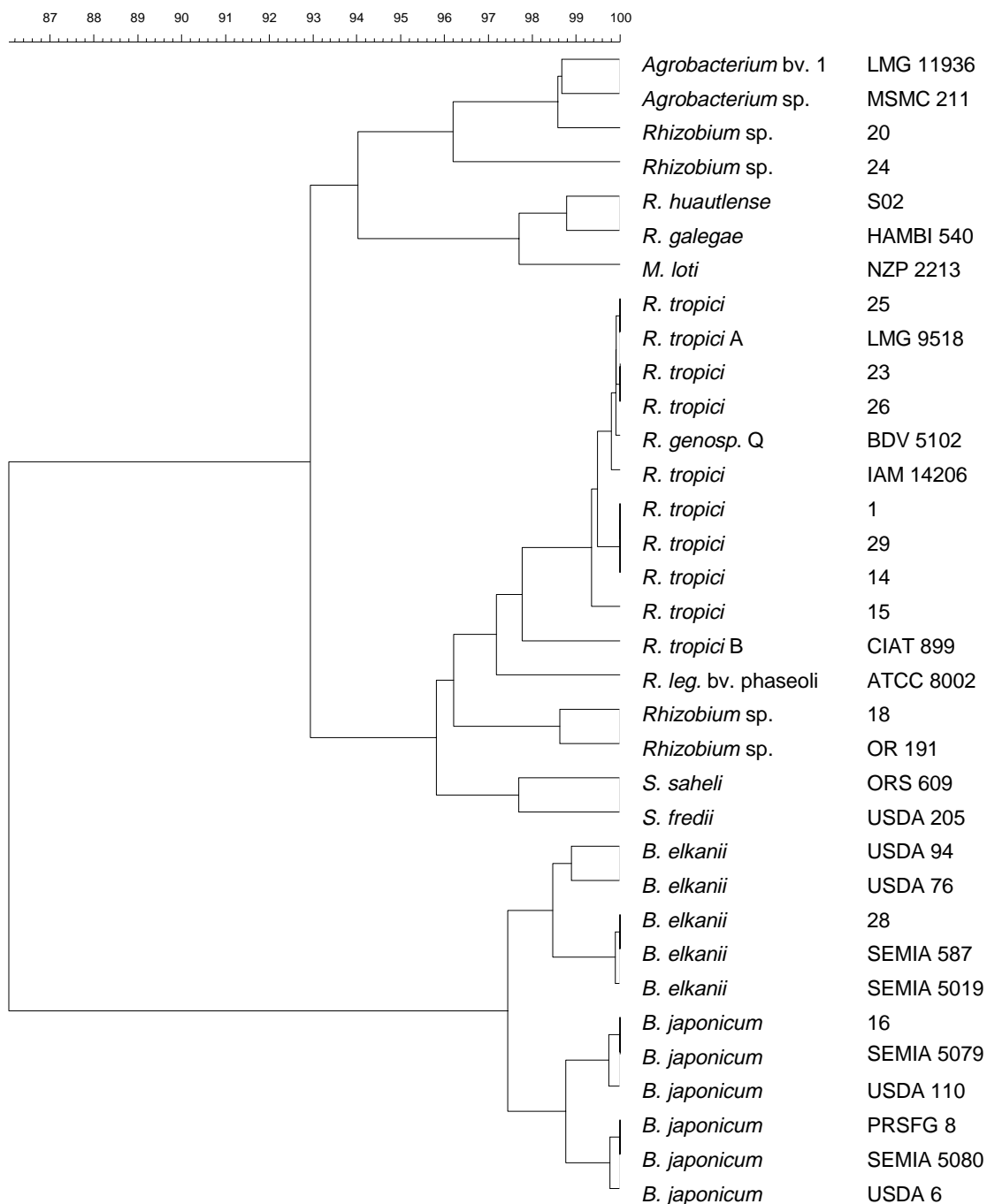


FIG. 10.2. Dendrograma (UPGMA) mostrando as relações genéticas entre os genes 16S rRNA das estirpes de crescimento rápido isoladas de nódulos de soja e de estirpes de referência.

serão então comparados quanto à sua eficiência de fixação de N_2 , diversidade genética e capacidade competitiva.

As estirpes de *Bradyrhizobium* USDA 143, SEMIA 566, SEMIA 586, SEMIA 587, SEMIA 5019, SEMIA 5039, SEMIA 5079 e SEMIA 5080 foram colocadas para crescer em extrato de solo, com pH 5,3 (com 21,7 mM de Mn) e em extrato de solo sem Mn e com pH ajustado com NaOH para 6,3, por 14 dias. Posteriormente, amostras dessas culturas foram diluídas e inoculadas em meio definido sólido com distintos teores de Al para avaliar se o Mn do extrato de solo alteraria a tolerância dessas estirpes ao Al. Verifica-se, na Tabela 10.7, que todas as estirpes crescidas em extrato de solo a pH 5,3 e 6,3, exceção feita para as estirpes SEMIA 566 e SEMIA 5079, apresentaram tolerância a Al, igual aos seus parentais, mostrando que o Mn esperado no extrato de solo a pH 5,3, não afetou nenhuma dessas estirpes. Por outro lado, a parental da estirpe SEMIA 566 não cresceu com 400 mM de Al e as culturas crescidas em extrato de solo com pH 6,3 e 5,3, cresceram em meio com Al até as concentrações de 500 mM e 450 mM Al, respectivamente. Isso mostra que, possivelmente, não seja o Mn que tenha provocado essa alteração na tolerância ao Al, porque a cultura que cresceu em extrato de solo a pH 6,3, sem Mn, também teve sua tolerância aumentada. Diferentemente da estirpe SEMIA 566, na estirpe SEMIA 5079, a sua parental e a cultura que cresceu em extrato de solo a pH 5,3 (600 mM), foram mais tolerantes ao Al que cresceu em

extrato de solo pH 6,3. (Tabela 10.7). Culturas das parentais dessas estirpes, SEMIA 566 e SEMIA 5079, e das culturas crescidas em extratos de solo serão utilizadas para inocular sementes de soja e avaliar se estas variações ocorridas na tolerância ao Al se repetem com relação à eficiência de fixação simbiótica do N_2 .

10.6 Estudo da Compatibilidade em Aplicação Conjunta nas Sementes, entre Fungicidas, Micronutrientes e Inoculantes, sobre a Sobrevivência do *Bradyrhizobium* e a Eficiência de Fixação Biológica do Nitrogênio (04.1994.322.18)

Rubens J. Campo, Mariangela Hungria,
Ulisses B. Albino¹, José Z. Moraes e
Rubson N. R. Sibaldelli

A recomendação atual para aplicação de fungicidas e micronutrientes nas sementes de soja é a de que a aplicação seja feita imediatamente antes da inoculação das sementes com *Bradyrhizobium*. Os fungicidas e micronutrientes, quando em contato com a bactéria do inoculante, são tóxicos à mesma, reduzindo a sua população na semente. Por consequência, irá ocorrer uma redução da competição da bactéria da semente, que foi inoculada, com as naturalizadas do solo, reduzindo a nodulação e a eficiência de fixação simbiótica do N_2 (FBN). Atualmente, existe uma variedade muito grande de produtos fungicidas, micronutrientes e inoculantes recomendados para a soja

¹ Mestrando - UEL.

TABELA 10.7. Número de células (10^6) de *Bradyrhizobium* que cresceram em meio sólido, com pH 5,2, em diferentes concentrações de Al, de estirpes que não cresceram em extrato de solo (original) e com as estirpes que cresceram por 14 dias em extrato de solo, pH 5,3, contendo Mn e em extrato de solo, pH 6,3, sem Mn. Embrapa Soja, 1999.

Estirpes	Níveis de Al (μM)			
	0	800	850	900
SEMIA 587 (original)	16,67	8,0	0	0
SEMIA 587 (pH 6,3)	64,67	0,12	0	0
SEMIA 587 (pH 5,3)	64,66	0,5	0	0
	0	800	850	900
SEMIA 5019 (pai)	21,0	3,67	0	0
SEMIA 5019 (pH 6,3)	44,11	6,11	0	0
SEMIA 5019 (pH 5,3)	47,22	0,22	0	0
	0	400	450	500
SEMIA 566 (pai)	6,0	0	0	0
SEMIA 566 (pH 6,3)	13,66	2,67	0,56	0,11
SEMIA 566 (pH 5,3)	13,11	14,67	0	0
	0	500	550	600
SEMIA 5079 (pai)	11,67	9,0	10,33	10,33
SEMIA 5079 (pH 6,3)	8,34	0	0	0
SEMIA 5079 (pH 5,3)	13,0	10,44	6,78	0,78
	0	500	550	600
SEMIA 586 (pai)	11,3	9,67	1,33	0
SEMIA 586 (pH 6,3)	16,88	12,45	1,50	0
SEMIA 586 (pH 5,3)	26,44	8,78	2,67	0
	0	750	800	850
SEMIA 5080 (pai)	17,0	0	0	0
SEMIA 5080 (pH 6,3)	18,78	0	0	0
SEMIA 5080 (pH 5,3)	23,67	0	0	0
	0	350	400	450
SEMIA 5039 (pai)	5,33	4,30	4,03	1,33
SEMIA 5039 (pH 6,3)	8,0	9,0	5,11	2,11
SEMIA 5039 (pH 5,3)	5,78	3,78	4,62	4,78
	0	450	500	550
USDA 143 (pai)	5,67	4,0	0,01	0
USDA 143 (pH 6,3)	7,67	6,78	0,02	0
USDA 143 (pH 5,3)	6,66	6,11	0,67	0

mas, devido à diferença de toxidez entre eles, pouco se conhece sobre a compatibilidade e as interações que ocorrem na aplicação conjunta. Assim, este trabalho objetiva conhecer a intensidade dos efeitos tóxicos dos diferentes fungicidas e micronutrientes sobre a bactéria, quando aplicados em conjunto nas sementes e o de buscar alternativas de aplicação destes produtos que não reduzam a população da bactéria nas sementes e, por consequência, a eficiência de FBN.

Os estudos foram desenvolvidos em laboratório, em casa de vegetação e a campo com e sem população estabelecida de *Bradyrhizobium*. Os diferentes princípios ativos dos fungicidas, contato + sistêmico, recomendados para a soja e as diferentes fontes de micronutrientes foram testadas isoladamente e em conjunto, para compatibilizar o seu uso com os diferentes tipos de inoculantes. Paralelamente, outras formas, doses e épocas de aplicação de micronutrientes foram testadas, como método alternativo, ao método de aplicação de micronutrientes atualmente utilizado. A aplicação dos produtos fungicidas e/ou micronutrientes nas sementes foi de acordo com a metodologia recomendada, ou seja, imediatamente antes da inoculação das sementes. A sobrevivência da bactéria nas sementes foi efetuada em meio de cultura em laboratório e em casa de vegetação. A eficiência da FBN foi determinada em casa de vegetação pela avaliação da nodulação, do número e da massa de nódulos secos, peso da massa seca da planta, N na massa seca da planta e,

a campo, avaliou-se também o N total nos grãos e rendimento de grãos.

Inoculantes - Os inoculantes testados na safra 1998/99 mostraram, em condições de laboratório, na época de sua utilização, uma população de células sempre superior ao que exige a legislação. De modo geral, os inoculantes líquidos testados apresentaram um bom desempenho em condições de casa de vegetação. Entretanto, em solo, sem população já estabelecida de *Bradyrhizobium*, somente o CellTech apresentou desempenho similar ao inoculante turfoso no que se refere à massa de nódulos secos. Nesse parâmetro os demais inoculantes líquidos testados, Rizo-liq, Turfal e Nitral, foram inferiores ao turfoso (Tabela 10.8). Para os demais parâmetros testados os inoculantes foram iguais. Aparentemente, não se observou correlação entre o rendimento de grãos e a nodulação, isto se deve ao fato de ser um solo de primeiro cultivo em que a FBN é menos eficiente do que nos solos cultivados com soja. Esse solo, de vegetação de campos nativos e de alta acidez, possuía elevado acúmulo de material orgânico, cuja mineralização causada pela aplicação do calcário deve ter disponibilizado grande quantidade de N e este, como é sabido, afeta a eficiência do processo de fixação biológica do N_2 .

Micronutrientes Mo e Co - A sobrevivência do *Bradyrhizobium* na presença dos produtos micronutrientes contendo Mo e Co foram feitas em condições de laboratório, casa de vegetação e a campo. Os trabalhos sob condições de campo foram realizados em solo LVA de Pon-

TABELA 10.8. Efeito da inoculação da soja, cultivar BR 37, com diferentes inoculantes no número e massa de nódulos secos por planta, massa seca da parte aérea e N na massa seca, teores de N nos grãos, N total nos grãos e rendimento de grãos. Ponta Grossa, PR, safra 97/98, solo LVa, com população de *Bradyrhizobium* $\leq 1 \times 10^{-2}$ células/g de solo. Médias de seis repetições. Embrapa Soja, 1998.

Tratamentos	Nodulação pl.		Massa seca/pl.		Grãos		
	nº	Mg	g	mg	N (g.kg ⁻¹)	N (kg.ha ⁻¹)	Rend. ⁷ (kg.ha ⁻¹)
S/ Inoculação	1,3	7	1,74	69	50	140	2796
Inoculação Padrão ¹	8,7	32	1,84	69	49	150	3098
Inol. Liq. Cell Tech ²	5,5	31	1,86	69	50	156	3110
Inoc. Liq. Rizo-Liq ³	1,5	9	1,88	70	48	137	2867
Inoc. Liq. Nitral ⁴	2,7	16	1,89	74	48	152	3166
Inoc. Liq. Turfal ⁵	0,9	6	1,63	58	50	149	2979
CV (%)	21,2	39,4	18,8	22,6	7,0	10,3	8,2
LSD (5%) ⁶	0,6	5,5	0,29	13,0	3,2	14,2	231

¹ 300 ml de água açucarada mais 500g de inoculante turfoso por 50 kg de semente, estirpes (SEMIA 587 + SEMIA 5019), com uma população de $1,7 \times 10^{10}$; Células g⁻¹ inoculante;

² População, $4,7 \times 10^9$; Células mL⁻¹ inoculante;

³ População, $4,6 \times 10^9$; Células mL⁻¹ inoculante;

⁴ População, $3,3 \times 10^8$; Células mL⁻¹ inoculante;

⁵ População, $7,3 \times 10^8$; Células mL⁻¹ inoculante;

⁶ DMS - Diferença entre médias de dois tratamentos cujo valor é superior aos valores dessa linha para cada coluna, indica que os tratamentos são diferentes, entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste "t";

⁷ Rendimento corrigido para 13% de umidade.

ta Grossa, sem população estabelecida, como pode ser visto pela baixa nodulação dos tratamentos testemunha sem inoculação (Tabela 10.9). Essa nodulação, de aproximadamente um nódulo por planta, deve ter sido proveniente da contaminação natural que a semente possui, já que as mesmas não foram desinfetadas. Assim, a nodulação obtida para os diferentes tratamentos deve-se ao inoculante utilizado e a contaminação. O tratamento com a inoculação padrão (IP) apresentou, em média, 9,2 nódulos por planta.

Os tratamentos IP + (Co + Mo) na forma de sal, IP + Grap, IP + Tegram, IP + Legumol e IP + Cofermol pó, não diferiram do tratamento IP, indicando baixo efeito tóxico ao inoculante dessas fontes de Mo e Co a campo. Ao contrário, os tratamentos IP + o micronutriente nódulos e IP + CoMol apresentaram nodulação inferior ao tratamento IP. O produto Grap e, especialmente, o Cofermol pó foram os menos tóxicos, apresentando redução de nodulação de 4,3% e 0,0%, respectivamente. Similar-

TABELA 10.9. Efeito da inoculação da soja, cultivar BR 37, e da aplicação de micronutrientes, em diversas fontes, na redução da nodulação e no rendimento de grãos. Ponta Grossa, PR, safra 97/98, solo LVa, com população de *Bradyrhizobium* $\leq 10^{-2}$ células/g de solo. Médias de seis repetições. Embrapa Soja, 1998.

Tratamentos	Nodulação (10 plantas)		Grãos Rend. ⁶ (kg.ha ⁻¹)
	Número	Redução (%)	
Sem Inoculação (SI)	12	–	3362
200 kg de N ¹	9	–	3692
SI + Co + Mo ²	13	–	3147
Inoculação Padrão ³ (IP)	92	0,0	3471
IP + Co + Mo foliar ⁴	114	–	3356
IP + Co + Mo semente	78	15,2	3190
IP + Biosoja	74	19,6	3207
IP + Grap	88	4,3	3690
IP + Tegram	82	10,9	3456
IP + Legumol - Nitral	79	14,1	3445
IP + Cofermol pó	108	0,0	3413
IP + CoMol – BASF	72	21,7	3334
CV (%)	25,9	–	8,3
DMS (5%) ⁵	15	–	229

¹ N aplicado como uréia, sendo 50% na semeadura e 50% na floração;

² CoCl₂.6H₂O, 5g de Co + Na₂Mo₄.6H₂O, 20g de Mo por ha de 80 kg de semente;

³ 300 ml de solução açucarada (10%) mais 500g (para 50 kg de semente) de inoculante turfoso, estirpes (SEMIA 587 + SEMIA 5019), com uma população de $1,7 \times 10^{10}$; Células g⁻¹ inoculante.

⁴ Mo e Co aplicado via foliar, mesma fonte da semente, mas com o dobro da dose;

⁵ DMS - Diferença entre médias de dois tratamentos cujo valor é superior aos valores dessa linha para cada coluna, indica que os tratamentos são diferentes, entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste "t";

⁶ Rendimento corrigido para 13% de umidade.

mente, ao observado para inoculantes, nesse caso, devido aos fatores já relatados, não se observou correlação entre nodulação e rendimento de grãos devido a menor eficiência da FBN. Alternativamente, outros métodos de aplicação de Mo e Co foram testados, visando retirar a aplicação deles na semente. Em Londrina, PR, em solo com população estabelecida de *Bradyrhizobium*, foram

testados outros métodos de aplicação de Mo, em comparação com aplicação na semente (Tabela 10.10). Verifica-se que no tratamento com N, houve redução na nodulação e, no tratamento com semente rica em Mo, houve um aumento da nodulação. Esse resultado mostra que o efeito tóxico do Mo é direto na bactéria (provavelmente, osmose ou pelo pH) e não indireto, porque as sementes com

TABELA 10.10. Efeito da aplicação de Mo, e da inoculação da soja, cultivar BR 37, no número e na massa de nódulos secos e no rendimento de grãos. Londrina, PR, safra 97/98, solo LRd, com população de *Bradyrhizobium* de $4,3 \times 10^4$ células/g de solo. Médias de seis repetições. Embrapa Soja, 1998.

Tratamentos	Nodulação (10 plantas)		Grãos Rend. ⁶ (kg.ha ⁻¹)
	Número	Massa seca (mg)	
Sem inoculação	150	230	2720
Sem inoculação + Mo	160	290	3254
Inoculação padrão (IP) ¹ + N ²	90	110	3349
IP + Mo na semente ³	150	290	3137
IP + semente rica em Mo (7,6 µg de Mo/g)	210	460	3293
IP + Mo solo com herbicida pré ⁴	150	230	2859
IP + Mo solo sem herbicida pré	140	220	2820
IP + herbicida pré	160	250	2451
IP + Mo solo com herbicida pós	160	260	3148
IP + herbicida pós	180	270	2414
IP + Mo aplicado com baculovírus	170	300	3119
IP + Mo aplicado com inseticida	150	270	3243
CV (%)	17,6	19,3	8,8
DMS (5%) ⁵	23	41	213

¹ 300 ml de solução açucarada (10%) mais 500g (por 50 kg de semente) de inoculante turfoso, estirpes (SEMIA 587 + SEMIA 5019), com uma população de $1,7 \times 10^{10}$; Células g⁻¹ inoculante.

² N aplicado como uréia, sendo 50% na semeadura e 50% aos 35 dias após emergência;

³ Na₂MoO₄.6H₂O, 20g de Mo + por 80 kg de semente;

⁴ Na₂MoO₄.6H₂O, 40g de Mo;

⁵ DMS - Diferença entre médias de dois tratamentos cujo valor é superior aos valores dessa linha para cada coluna, indica que os tratamentos são diferentes, entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de "t";

⁶ Rendimento corrigido par a 13% de umidade.

altos teores de Mo apresentaram maiores número e tamanho de nódulos.

Com relação ao rendimento de grãos, apesar do veranico sofrido pela soja no período de enchimento de grãos, verifica-se que todos os tratamentos sem Mo, ou aqueles em que o Mo foi aplicado ao solo, apresentaram produtividades de grãos inferiores ao tratamento com Mo na semente. Os tratamentos em que o Mo foi aplicado via foliar foram semelhantes ao tratamento com Mo na semente, não diferindo do tratamento com sementes ricas. Assim, é possível substituir a

aplicação do Mo na semente pela pulverização foliar, com herbicida em pós emergência. Fica a dúvida, no entanto, de como seria a produtividade de um tratamento usando a semente rica em Mo com uma dose adicional de Mo aplicado via semente, ou via pulverização foliar.

Outra alternativa para se aplicar Mo nas sementes sem afetar a sobrevivência da bactéria é através do uso de sementes ricas em Mo. Pelos resultados observados na Tabela 10.11, verifica-se que as sementes com maiores teores de Mo apresentaram, em média, resultados

TABELA 10.11. Efeito do uso de sementes de soja, com diferentes teores de Mo e de níveis de Mo, aplicados na semente, no número e na massa de nódulos secos e no rendimento de grãos, cultivar BR 37. Londrina, PR, safra 97/98, solo LRd, com população de *Bradyrhizobium* de $4,3 \times 10^4$ células/g de solo. Médias de seis repetições. Embrapa Soja, 1998.

Tratamentos ¹	Nodulação (10 plantas)		Grãos Rend. ⁴ (kg ha ⁻¹)
	Número	massa seca (mg)	
Semente rica em Mo ² + 0,0 g Mo.ha ⁻¹	230	350	3378
Semente rica em Mo + 10 g Mo.ha ⁻¹	240	430	3508
Semente rica em Mo + 20 g Mo.ha ⁻¹	210	330	3641
Semente rica em Mo + 40 g Mo.ha ⁻¹	200	350	3102
Média sem. rica em Mo (7,6 µg de Mo/g)	220	365	3407
Semente c/Mo médio + 0,0 g Mo.ha ⁻¹	190	280	3049
Semente c/Mo médio + 10 g Mo.ha ⁻¹	180	230	3217
Semente c/Mo médio + 20 g Mo.ha ⁻¹	190	240	3045
Semente c/Mo médio + 40 g Mo.ha ⁻¹	180	310	3306
Média sem. médio Mo (0,25 µg de Mo/g)	185	265	3154
Semente pobre em Mo + 0,0 g Mo.ha ⁻¹	200	260	2766
Semente pobre em Mo + 10 g Mo.ha ⁻¹	200	280	3075
Semente pobre em Mo + 20 g Mo.ha ⁻¹	170	230	3020
Semente pobre em Mo + 40 g Mo.ha ⁻¹	180	290	3129
Média sem. traços de Mo	188	265	2998
C.V.	15,7	23,9	10,1
DMS (5%) ³	25,3	58,3	262

¹ Todos os tratamentos foram inoculados: 300 ml de solução açucarada (10%) mais 500g de inoculante turfoso (por 50 kg de semente), estirpes (SEMIA 587 + SMIA 5019), com uma população de $1,7 \times 10^{10}$ células/g turfa;

² Mo aplicado na semente na forma de Na₂MoO₄.6H₂O;

³ DMS - Diferença entre médias de dois tratamentos cujo valor é superior aos valores dessa linha, para cada coluna, indica que os tratamentos são diferentes entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de "t";

⁴ Rendimento corrigido para 13% de umidade.

de nodulação e produtividade de grãos superiores aos outros dois tipos de sementes. Confirmam-se, assim, o resultados do experimento anterior, em que a semente rica em Mo apresentou maior nodulação que todos os tratamentos. Dessa forma, práticas que elevam o teor de Mo nas sementes podem ser estratégias para aumentar a eficiência do processo de FBN em soja e, por consequência, sua produtividade. Observa-se, na

Tabela 10.11, nas sementes ricas em Mo, há resposta à dose suplementar de Mo, com o máximo ocorrendo na dose de 20g de Mo. Observa-se também que o enriquecimento das sementes em Mo não foi suficiente para dispensar uma complementação com Mo.

A necessidade de Co para eficiência da FBN é discutível, assim a importância desse nutriente foi testada, uma vez que, como o Mo, ele afeta a sobrevivência da

bactéria na semente. Um experimento complementar foi conduzido para se avaliar a eficiência do nutriente na presença ou não do Mo. Apesar dos prejuízos causados pelo veranico, reduzindo os patamares de produtividade, observa-se, na Tabela 10.12, que a aplicação de Co + Mo aumentou a produtividade. A inoculação das sementes sem adição de Co e Mo aumentou em 5% o rendimento da soja. Comparando as aplicações dos micronutrientes com a IP, observa-se que: (a) a adição do Co, sozinho, causou redução de 6% no rendimento da soja; (b) a adição do Mo, sozinho, aumentou a produtividade em 6%; e (c) a adição do

Co + Mo aumentou o rendimento da soja em 20%. Isso demonstra efeito sinérgico dos nutrientes sobre a eficiência da FBN, já que o tratamento com 200 kg de N apresentou produtividade 26% superior ao tratamento com IP, indicando que o N limitou o rendimento da soja. É importante ressaltar que as sementes de soja usadas para este experimento continham baixos teores de Mo, $0,14 \mu\text{g g}^{-1}$ de semente, o que deve ter, provavelmente, causado a baixa eficiência de FBN observada nos tratamentos que não receberam N mineral.

Fungicidas - A avaliação do efeito dos fungicidas recomendados para o trata-

TABELA 10.12. Resposta da soja, cultivar BR 37, à aplicação de Co e Mo na semente. Londrina, PR, safra 97/98, solo LRd, com população de *Bradyrhizobium* de $4,3 \times 10^4$ células/g de solo. Médias de seis repetições. Embrapa Soja, 1998.

Tratamentos	Rendimento de grãos ⁵	
	kg ha ⁻¹	(%)
Sem inoculação	2310	95
Inoculação padrão (IP) ¹	2420	100
IP + Co	2277	94
IP + Mo	2562	106
IP + (Co + Mo) ²	2912	120
IP + 200 kg de N ³	3051	126
CV (%)	11,0	—
DMS (5%) ⁴	249	—

¹ 300 ml de solução açucarada (10%) mais 500g (por 50 kg de semente) de inoculante turfoso, estirpes (SEMIA 587 + SEMIA 5019), com uma população de $1,7 \times 10^9$ /g turfa;

² $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 5g de Co + $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 20g de Mo por ha de 80 kg de semente;

³ N aplicado por ha, tendo como fonte a uréia, 50% na semeadura e 50% 35 dias após emergência;

⁴ DMS - Diferença entre médias de dois tratamentos cujo valor é superior aos valores dessa linha para cada coluna, indica que os tratamentos são diferentes entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "t";

⁵ Rendimento corrigido para 13% de umidade.

mento de sementes sobre o *Bradyrhizobium* foi efetuada em condições de laboratório, casa de vegetação e a campo, em solo sem população estabelecida da bactéria. No laboratório, avaliou-se o efeito dos fungicidas após duas e 24 horas da inoculação. Os resultados mostraram que todos os fungicidas reduziram, no mínimo, 20% o número de células nas sementes, após duas horas da inoculação. Sob essas condições, os fungicidas menos tóxicos foram Thiabendazole + Tolyfluanid, Thiabendazole + Thiram e Thiabendazole + Captan. Entretanto, quando esses fungicidas foram deixados 24 horas em contato com a bactéria, a mortalidade passou de 60%. Algumas combinações desses fungicidas foram avaliadas também em casa de vegetação. Os resultados comprovam os resultados anteriores, de que os fungicidas aplicados nas sementes reduzem a sobrevivência das células nas sementes, a nodulação e a FBN.

No experimento conduzido em condições de campo, solo LVA de Ponta Grossa - PR, sem presença da população de *Bradyrhizobium* na diluição 10^{-2} não foi constatada (Tabela 10.13), verifica-se que o tratamento testemunha sem inoculação apresentou somente um nódulo/planta, confirmando os resultados obtidos para os experimentos com inoculantes e micronutrientes. Por outro lado, a testemunha inoculada (IP) apresentou, em média, 10,9 nódulos/planta, comprovando a boa qualidade do inoculante usado. Dentre as misturas de fungicidas testadas, somente a mistura

Carboxin + Thiram não afetou a nodulação, todas as demais misturas causaram reduções na nodulação de, no mínimo, 20% (Tabela 10.13). Com relação ao rendimento de grãos, devido, provavelmente, aos altos teores de N, proveniente da decomposição da grande quantidade de material orgânico que esse solo possuía, não se obteve uma correlação entre a produtividade de grãos e a nodulação. Provavelmente, em um solo com baixo N, essa diferença na nodulação reverteria em aumento de rendimento de grãos.

Interação inoculante, fungicida e micronutriente - Nos estudos conduzidos em casa de vegetação da interação dos inoculantes com fungicidas e micronutrientes, foram comparados inoculantes líquidos com o inoculante turfoso na presença de ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 5 g/ha) e ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 20g/ha), e com três combinações de fungicidas. Os resultados em casa de vegetação mostraram que a aplicação dos micronutrientes e dos fungicidas afetam a nodulação e a FBN, especialmente quando os inoculantes líquidos foram aplicados em substituição ao turfoso, nas leituras efetuadas duas e 24 horas após inoculação. No experimento conduzido a campo (Tabela 10.14), novamente constatou-se que a aplicação dos micronutrientes nas sementes reduziu a nodulação em 20 %, em relação ao tratamento só inoculado. Nos tratamentos com micronutrientes, e as misturas de fungicidas, a redução da nodulação foi de 84%, 64% e 72%, para as misturas (Co + Mo) + Benomyl + Thiram,

TABELA 10.13. Efeito de fungicidas aplicados juntos com a inoculação em soja, cv. BR 37 no número de nódulos, na redução de nodulação e no rendimento de grãos. Ponta Grossa, PR, safra 97/98, solo LVa, com população de *Bradyrhizobium* $\leq 10^{-2}$ células/g de solo. Médias de seis repetições. Embrapa Soja, 1998.

Tratamentos Fungicidas ¹	Nodulação 10 plantas		Grãos Rend. ⁴ (kg ha ⁻¹)
	Número	(%) de redução	
Testemunha sem inoculação	10	–	2966
Inoculação padrão (IP) ²	109	–	3131
IP + Benomyl + Captan	87	20,2	2944
IP + Benomyl + Thiram	38	65,1	2957
IP + Benomil + Tolyfluanid	59	45,8	3005
IP + Carbendazin + Captan	58	46,8	3080
IP + Carbendazin + Thiram	67	38,5	2775
IP + Carbendazin + Tolyfluanid	63	42,2	3240
IP + Carboxin + Thiram	116	0,0	3174
IP + Difenconazole + Thiram	57	52,3	2947
IP + Thiabendazole + Captan	82	24,8	3036
IP + Thiabendazole + Thiram	78	28,4	3107
IP + Thiabendazole + Tolyfluanid	75	31,2	3148
CV (%)	23,9	–	7,5
DMS (5%) ³	14	–	184

¹ Fungicidas e doses foram utilizadas conforme descritos na formulação dosubprojeto.

² 300 ml de solução açucarada a (10%) mais 500g (por 50 kg de semente) de inoculante turfoso, contendo as estirpes SEMIA 587 + SEMIA 5019, com população de células de $2,7 \times 10^9$ células por grama de inoculante.

³ DMS - Diferença entre médias de dois tratamentos, cujo valor é superior aos valores dessa linha, para cada coluna, indica que os tratamentos são diferentes entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "t".

⁴ Rendimento corrigido para 13% de umidade.

(Co + Mo) + Benomyl + Captan e (Co + Mo) + Thiabendazole + Captan, respectivamente. Os inoculantes líquidos proporcionaram a menor nodulação da soja. Esses resultados confirmam que a mistura, nas sementes, de fungicidas e micronutrientes com o inoculante é extremamente tóxica para a bactéria e,

como consequência, a eficiência do processo de FBN foi afetada. No experimento, a redução na nodulação, foi tão acentuada que reduziu, significativamente, o rendimento de grãos, para essas três misturas, em 9,2%, 12,1% e 8,4%, respectivamente, quando o inoculante turfoso foi o utilizado como inoculante.

TABELA 10.14. Efeito de micronutrientes, fungicidas e inoculantes, aplicados em conjunto nas sementes de soja, no número e massa de nódulos secos, massa seca parte da aérea, N na massa seca, teores de N nos grãos, N total nos grãos e rendimento de grãos, cultivar BR 37. Ponta Grossa, PR, na safra 97/98, solo LVa, com população de *Bradyrhizobium* $\leq 1 \times 10^{-2}$ células/g de solo. Médias de seis repetições. Embrapa Soja, 1998.

Tratamentos Fungicidas ¹	Nodulação pl ⁻¹		MSPA		Grãos		
	(nº)	MSN (mg)	MSPA (g pl ⁻¹)	N (mg pl ⁻¹)	N (g kg ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	Rend. ⁷ (kg ha ⁻¹)
Sem inoculação	0,9	6	1,76	47	49	142	2902
Inoc. Padrão (IP) ²	11,3	36	2,14	58	52	171	3261
IP + (Co + Mo)	9,0	39	1,93	54	52	162	3088
IP + (Co + Mo) + F1 ³	1,8	11	1,74	52	58	172	2960
IP + (Co + Mo) + F2 ⁴	4,1	18	1,80	57	58	166	2868
IP + (Co + Mo) + F3 ⁵	3,2	15	2,15	72	53	159	2988
I Cell Tech + (Co + Mo) + F1	1,5	13	1,89	55	55	164	2959
I Cell Tech + (Co + Mo) + F2	2,2	15	1,83	54	53	163	3077
I Cell Tech + (Co + Mo) + F3	1,6	12	1,79	53	58	164	2823
I Rizo-Liq + (Co + Mo) + F1	1,2	9	1,75	49	56	188	3336
I Rizo-Liq + (Co + Mo) + F2	1,0	6	1,87	50	55	154	2812
I Rizo-Liq + (Co + Mo) + F3	1,4	10	2,10	64	56	172	3084
I Nitral Liq. + (Co + Mo) + F1	1,2	7	1,74	50	52	152	2932
I Nitral Liq. + (Co + Mo) + F2	1,4	9	1,90	63	59	183	3092
I Nitral Liq. + (Co + Mo) + F3	1,3	9	1,70	51	46	121	2621
I Turfal Liq. + (Co + Mo) + F1	1,4	9	1,73	57	46	136	2982
I Turfal Liq. + (Co + Mo) + F2	1,1	9	2,08	66	46	134	2926
I Turfal Liq. + (Co + Mo) + F3	1,0	7	1,99	62	47	144	3034
CV (%)	26,5	38,1	15,9	19,7	7,3	12,2	9,5
DMS (5%) ⁶	0,7	4,6	0,24	8,8	3,1	15,5	227

¹ Dosagens recomendadas conforme Comunicado Técnico nº 58 Embrapa Soja, 1997.

² 300 ml de solução açucarada (10%) mais 500g (por 50 kg de semente) de inoculante turfoso, estirpes SEMIA 587 + SEMIA 5019, população de células de $1,7 \times 10^{10}$ por grama de inoculante.

³ Benomyl + Thiram.

⁴ Benomyl + Captan.

⁵ Thiabendazole + Captan.

⁶ DMS - Diferença entre médias de dois tratamentos, cujo valor é superior aos valores dessa linha, para cada coluna, indica que os tratamentos são diferentes entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "t".

⁷ Rendimento corrigido para 13% de umidade.



11

TECNOLOGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO GIRASSOL NO BRASIL

Nº do Projeto: 04.0.99.334

Líder: Marcelo Fernandes de Oliveira

As duas oleaginosas mais indicadas para consumo humano, que se destacam em crescimento de produção de óleo, são a canola e o girassol. O maior crescimento de produção de óleo de canola foi observado na Europa, no Canadá, na China e na Índia. Já, o maior crescimento de produção de girassol foi observado na Argentina, na Índia e na China. O girassol é a quarta oleaginosa na produção de óleos vegetais no mundo (8,9 milhões de toneladas de óleo), logo após a soja (22,01 milhões de toneladas de óleo), a palma (17,6 milhões de toneladas de óleo) e a canola (11,13 milhões toneladas de óleo). No entanto, o girassol é a primeira no que se refere à qualidade de óleo para consumo humano, destacando-se por suas excelentes características físico-químicas e nutricionais. No Brasil, atualmente, é o quarto óleo mais consumido, com 54 mil toneladas, ficando após os óleos de soja, palma e milho

A alocação de uma cultura entre as várias alternativas de cultivo de uma dada região é influenciada por vários fatores. Estes incluem o retorno esperado de uma cultura específica, a produção relativa e os riscos no preço do produto, limitações agrônômicas e climáticas, capital requerido para investimentos, considerações sobre a rotação de culturas, utilização de informações confiáveis e mercado.

O atual sistema agrícola, que utiliza rotações de culturas restritas, está caracterizado pelos altos custos de produção em função do uso crescente de insumos agrícolas. O girassol é uma oleaginosa que apresenta características agrônômicas importantes, como maior resistência à seca, ao frio e ao calor que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil. Apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, altitude e fotoperíodo. Graças a essas características, apresenta-se como uma opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos, contribuindo assim para a diversificação agrícola.

As perspectivas do crescimento da área cultivada com girassol no Brasil são bastante favoráveis, pois envolvem o interesse dos produtores, consumidores e indústrias. Na competição pela conquista de melhor posição no mercado de oleaginosas, o Brasil leva vantagens em relação a outros países. Com a abertura de novas fronteiras agrícolas, a área cultivada com oleaginosas nos Cerrados pode ser aumentada, pela incorporação de novas áreas à produção, com condições climáticas estáveis. Além disso, existe a possibilidade de expansão

da produção do girassol com a utilização de áreas e máquinas na entressafra, após a colheita da cultura de verão, que nesse período estão total ou parcialmente ociosas. Assim, o girassol, com suas características diversas, apresenta-se como uma nova opção, compondo os sistemas de produção e contribuindo para a diversificação agrícola

Para viabilizar soluções que atendam aos diferentes segmentos, o presente projeto destina-se a gerar e aperfeiçoar tecnologias para o desenvolvimento e a expansão da cultura do girassol no país e intensificar as atividades de transferência das tecnologias geradas. As ações de pesquisa propostas envolvem: o desenvolvimento de genótipos adaptados às condições de clima e solo brasileiros, produtivos, com alto teor de óleo e resistência a doenças; a avaliação do comportamento dos genótipos nas diferentes zonas agroecológicas; a avaliação do dano provocado por doenças nas plantas e as perdas resultantes nos componentes de produção; a definição de áreas menos sujeitas a riscos de insucessos devido à probabilidade de ocorrência de determinadas condições climáticas; a avaliação de herbicidas que possam ser utilizados na cultura do girassol; e a geração de informações sobre o uso do grão, do farelo (subproduto da extração do óleo de girassol) ou da planta em forma de silagem na alimentação de animais. Paralelamente ao processo de geração de tecnologias, a transferência e validação ao nível de agricultores é imprescindível para se avaliar a viabilidade técnica e econômica dessas tecnologias. Para atingir o objetivo proposto, o projeto de pesquisa, coordenado pela Embrapa Soja, está sendo executado através de parcerias entre unidades da Embrapa, universidades, empresas estaduais, cooperativas, empresas produtoras de sementes, produtores rurais e indústrias esmagadoras de girassol, de modo a congrega toda a cadeia produtiva.

11.1 Desenvolvimento de Germoplasma e de Cultivares de Girassol (04.0.99.334-01)

Marcelo Fernandes de Oliveira

O girassol, em função das suas características de ampla adaptação, qualidade de óleo e tolerância à seca, é uma cultura com excelentes perspectivas de expansão no Brasil. Para tanto, há necessidade de adequá-lo, de forma harmônica, aos diferentes sistemas de produção relativos às culturas tradicionais como milho, soja, cana-de-açúcar, arroz e outros.

Os trabalhos com girassol realizados no Brasil sempre foram dependentes de

introdução de genótipos de outros países. Atualmente, os híbridos indicados para cultivo e disponíveis no mercado foram introduzidos da Argentina ou são provenientes de programas de melhoramento de outros países. Portanto, a adaptação dos híbridos às condições brasileiras tem-se dado de forma aleatória, apenas através da avaliação em diferentes locais, uma vez que muitos dos problemas encontrados com a cultura no Brasil não são comuns àqueles países. Assim, um programa de melhoramento contínuo, visando obter genótipos produtivos, com alto teor de óleo e tolerantes ou resisten-

tes a doenças é fundamental para dar suporte à expansão da cultura de forma estável e competitiva.

Diante destas considerações e sabendo-se que o avanço tecnológico é altamente dependente da disponibilidade de genótipos, enormes contribuições serão alcançadas em função de um programa de melhoramento genético brasileiro.

Para atender os objetivos do subprojeto, foram executadas diferentes atividades envolvendo: o melhoramento intrapopulacional; a obtenção de linhagens através de autofecundações; e estudos teóricos para apoiar a execução técnica do programa de melhoramento.

11.1.1. Desenvolvimento de variabilidade genética

Para atender aos objetivos do programa de melhoramento, foram utilizados, como fontes de variabilidade genética, cultivares de polinização aberta, compostos, sintéticos, linhagens melhoradas, híbridos comerciais, híbridos interespecíficos, populações melhoradas, tentando representar as mais diversas fontes disponíveis.

Quatro compostos foram obtidos do inter cruzamento de genótipos selecionados considerando ciclo e resistência a "downy" míldio, dando origem a populações de plantas de polinização aberta. Dessas populações, duas serão utilizadas para extração de plantas com gene restaurador e duas para extração de plantas com ausência de gene restaurador.

11.1.2. Desenvolvimento de cultivares de polinização aberta (populações melhoradas)

Para o desenvolvimento de cultivares de polinização aberta, que se destinam ao uso *per se* ou como fonte para a extração de linhagens visando a produção de híbridos, foi utilizado o método de seleção massal, onde três populações provenientes do Banco de Germoplasma de Girassol foram escolhidas e destinadas para a obtenção de cultivares de polinização aberta. Um bloco de 1500 plantas por acesso foi implantado. De 200 a 250 plantas (S_0) foram selecionados fenotipicamente, enfatizando caracteres como altura de planta, sanidade, floração e diâmetro de caule. As plantas selecionadas foram autofecundadas e serão colhidas separadamente e analisadas quanto ao teor de óleo e número de sementes. As que apresentarem valores de teor de óleo e número de sementes superior a média serão misturadas e na próxima estação serão levadas a campo para recombinação fechando um ciclo de seleção.

11.2.3. Obtenção de linhagens e produção de híbridos

Os materiais já desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Soja, no período de 1989 a 1998, e novas fontes foram utilizados no programa de melhoramento genético.

Quinze novas populações provenientes do Banco de Germoplasma de Giras-

sol foram escolhidas e utilizadas para a obtenção de linhagens. O método de "bulk" foi usado por proporcionar economia de área nas primeiras gerações de endogamia, podendo-se, desta maneira, trabalhar com um número maior de fontes. Atenção especial foi dada para os seguintes caracteres: floração inicial, maturação fisiológica, altura de planta, posição do capítulo, espessura do capítulo, número de sementes/planta, tamanho de sementes, teor de óleo, tolerância ou resistência à doenças. Na geração S_0 , cerca de 200 plantas desejáveis de cada população foram autofecundadas, protegendo-se os capítulos, individualmente com sacos. Na colheita, as plantas que exibirem alta suscetibilidade a doenças ou outros caracteres agrônômicos indesejáveis serão descartadas. Será determinada também a porcentagem de óleo nas plantas individuais antes que as sementes dos indivíduos selecionados sejam reunidos em uma única amostra para a próxima geração de endogamia. Na próxima estação, uma amostra dessas sementes será plantada em 6 a 10 fileiras de 20 plantas. Outras 19 populações que se encontram na geração S_1 foram semeadas para obtenção de S_2 , seguindo-se o processo descrito acima.

Iniciou-se, também em agosto de 1999, o processo de introdução da macho-esterilidade em 47 linhagens S_4 e S_5 , através de cinco retrocruzamentos com diferentes fontes macho-estéreis (CMS HA 303 79 NW 22, CMS HA 300, CMS HA 302, CMS HA 89 79 NW 22). Foram selecionadas até quatro plantas e auto-

fecundadas dentro das linhagens S_4 e S_5 desejáveis. Dos materiais autofecundados de cada linha, foi coletada uma mistura de pólen e usada para polinizar linhagens testadoras para produzir sementes de "testcross".

A utilização de linhagens melhoradas também ocorre de forma indireta através da seleção de híbridos, os quais são autofecundados para se obter uma população segregante. Todos os segregantes nesta população apresentam citoplasma macho-estéril, uma vez que a macho-esterilidade genética citoplasmática é usada para produção de sementes híbridas. Esta população é usada diretamente para desenvolver linhagens restauradoras de fertilidade (R).

Seguindo o processo de obtenção de linhagens restauradoras de fertilidade através da autofecundação de híbridos, no ano de 1999 foram semeadas 10 populações S_0 para obtenção de S_1 . As populações obtidas em anos anteriores foram semeadas em campo para avanço de geração - 25 populações S_1 , 6 populações S_2 e 9 populações S_3 . Para este programa de obtenção de linhagens com gene restaurador de fertilidade, a metodologia seguida para o avanço de gerações é a de "bulk". Outro grupo com 50 linhas S_3 multicapituladas, provenientes do composto Covassol-H, foram cruzadas com a linhagem CMS HABR 177, para verificar a presença ou não de gene restaurador de fertilidade. No próximo ano estes materiais serão semeados e os F1 desses cruzamentos avaliados quanto a restauração ou não da fertilidade.

Na safra de verão 1998/1999, foi

realizado um "testcross" com 1080 híbridos simples, provenientes do resultado da capacidade de combinação de 200 linhagens CMS com 25 linhagens restauradoras de fertilidade. Este experimento foi montado de acordo com a metodologia de blocos de Federer, com as testemunhas comuns de cada bloco os híbridos simples M 734 e M742. Desses híbridos, foram selecionados os vinte melhores com teor de óleo acima da média do experimento e com produtividade acima da melhor testemunha. Estes materiais estão sendo multiplicados na safra 1999/2000 para comporem o ensaio de avaliação preliminar.

Como resultado do programa de melhoramento de girassol, três híbridos triplos (HT1, HT9 e HT 14) estão fazendo parte da Rede de Ensaio Oficiais de Avaliação de Genótipos. Para manutenção destes materiais nos ensaios e teste preliminares em campo de produtores na safra 1999/2000, foram levados a campo os parentais destes para obtenção das respectivas sementes.



11.2 Rede de Ensaio de Avaliação de Genótipos de Girassol (04.0.99.334-02)

Marcelo Fernandes de Oliveira,
Osvaldo Vasconcellos Vieira,
Carlos Alberto Arrabal Arias e
Regina Maria Villas Boas de Campos Leite

As diferentes regiões brasileiras, com tradição e estrutura para a produção de grãos, apresentam boas condições para o cultivo do girassol desde que adequa-

das as épocas de semeadura. A produção de girassol no Brasil é relativamente recente e poucas informações estão disponíveis sobre o comportamento de genótipos nessas regiões sob os variados sistemas de produção.

Considerando a existência da interação genótipo x ambiente, é necessária a avaliação contínua de genótipos de girassol em rede, visando o conhecimento do comportamento agrônomo e da adaptação dos referidos genótipos às condições brasileiras, para que se possa proceder a indicação de cultivares para as diferentes zonas agroecológicas, que, associada a outras técnicas agrônômicas, assegurem a estabilidade dos setores produtivo e industrial.

A rede de ensaios de avaliação de genótipos de girassol é constituída pelos ensaios intermediários e pelos ensaios finais. No primeiro, estão os genótipos que serão avaliados no primeiro ano e em pelo menos um local por estado. No segundo, constam os melhores genótipos do ensaio intermediário e são avaliados em pelo menos três locais por estado, por dois anos. Assim, cada genótipo é avaliado durante três anos, em vários locais. Com a participação de instituições públicas e privadas, os ensaios têm sido conduzidos em vários locais do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins, Bahia e Distrito Federal.

A época indicada para a instalação dos ensaios depende dos estados - julho/agosto no Rio Grande do Sul; setembro/outubro no Paraná; e janeiro até meados de fevereiro (safrinha) nos estados da

região central do Brasil. Anualmente, os responsáveis pela execução dos ensaios reúnem-se para apresentação dos resultados e através da Comissão Nacional de Cultivares de Girassol, constituída por representantes das instituições oficiais, procedem à indicação de genótipos.

Os resultados completos dos ensaios efetivamente conduzidos de julho/98 a junho/99 encontram-se nos "Informes da avaliação de genótipos de girassol da rede oficial 1998/99 e 1999", à disposição na Embrapa Soja.

11.2.1. Avaliações da safra 1998/99

O ensaio intermediário da safra 98/99, conduzido em Cruz Alta (RS), Campo Mourão e Londrina (PR) e Manduri (SP), foi constituído por 14 genótipos, sendo M 734, Embrapa 122 - V2000 e Cargill 11 as testemunhas. O ensaio de Cruz Alta foi perdido por seca e o de Manduri obteve rendimento médio de apenas 798 kg/ha, devido a elevada deficiência de boro, longo período de seca e alta incidência de alternária e esclerotínia, conferindo um elevado coeficiente de variação dos resultados. Desta forma, foram levados em consideração, para a análise conjunta, apenas os ensaios de Londrina e Campo Mourão. O rendimento médio desses dois locais foi 2308 kg/ha e o teor médio de óleo foi 44,3%. O genótipo VDH 483 (3202 kg/ha) superou a testemunha mais produtiva C 11 (2757 kg/ha). Os genótipos VDH 483, VDH 480 e MG 4 destacaram-se para teor e rendimento de óleo.

O ensaio final 98/99 foi conduzido em 15 locais: Cruz Alta, Não Me Toque e Santa Rosa, no Rio Grande do Sul; Londrina, Maringá, Campo Mourão, Marechal Cândido Rondon, Palotina, Bandeirantes, Paranavaí e Curitiba, no Paraná; Campinas, Manduri e Jardinópolis, em São Paulo e Irecê, na Bahia. Este foi constituído por 23 genótipos, incluindo as testemunhas M 732, Embrapa 122 e Cargill 11, 13 genótipos em avaliação de primeiro ano e sete genótipos em avaliação de segundo ano. A ocorrência de seca prolongada resultou na perda dos ensaios de Cruz Alta, Não Me Toque, Santa Rosa e Paranavaí. Os ensaios de Palotina e Bandeirantes foram perdidos por ataque de pássaros e mistura de material na colheita, respectivamente. Outros fatores, como deficiência de boro, excesso de chuva na colheita e alternária, contribuíram para um elevado coeficiente de variação nos ensaios de Maringá e Manduri, excluindo-os da análise conjunta. Nessa análise, o rendimento médio foi de 1690 kg/ha, alcançando rendimentos mais elevados em Londrina (2350 kg/ha) e Campo Mourão (2346 kg/ha), enquanto que o menor foi em Irecê (1036 kg/ha). O genótipo mais produtivo foi o M 742 (2269 kg/ha), seguido pelo MG 2 e Agrobrel 920, não diferindo estatisticamente ($P < 5\%$) do genótipo mais produtivo. Para o teor de óleo, na análise conjunta, destacaram-se os genótipos PM 92007 (47,12%), SE 02 (47,51%) e SE 04 (46,29%). No rendimento de óleo, o genótipo MG 2 e M 742 destacaram-se, com 1000 kg óleo/ha e 996 kg óleo/ha, respectivamente.

11.2.2. Avaliações da safrinha 1999

O ensaio intermediário da safrinha/99 foi conduzido em Campinas, Paraguaçu Paulista, Presidente Prudente e Manduri (SP), Mineiros e Jataí (GO), Planaltina (DF), Campo Novo dos Parecis e Primavera do Leste (MT) e Uberlândia (MG). O ensaio foi constituído por 23 genótipos, sendo M 734, Embrapa 122 e Cargill 11 as testemunhas. Os ensaios de Campinas e Paraguaçu Paulista foram perdidos por seca após a semeadura, enquanto o de Presidente Prudente foi perdido por assoramento (chuva muito forte após a semeadura). Em Manduri, Jataí e Mineiros foi visível o sintoma de deficiência de boro. Devido à falta de dados do ensaio de Primavera do Leste, este não foi levado em consideração para a análise conjunta. Nessa análise, o rendimento médio foi de 1704 kg/ha e os ensaios que apresentaram os maiores rendimentos foram os de Uberlândia (2107 kg/ha) e Campo Novo dos Parecis (2026 kg/ha), e o menor foi o de Manduri (1271 kg/ha). O rendimento médio dos genótipos, na análise conjunta, variou de 1486 kg/ha (SE 05) a 2041 kg/ha (Agrobel 930). O teor médio de óleo foi de 42,31%. Os genótipos SE12, SE 13 e SE 05 obtiveram os maiores teores de óleo, com 50,58%, 49,03% e 48,74%, respectivamente. O maior rendimento de óleo foi obtido pelo genótipo SE 12 (822 kg óleo/ha).

O ensaio final de safrinha/99 foi conduzido em 18 locais, envolvendo os estados do Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo, Minas Gerais, Tocantins e o Distrito Federal. Um

total de 21 genótipos foram avaliados, sendo três testemunhas, 10 em avaliação de segundo ano e oito em avaliação de primeiro ano. Os ensaios de Campinas (SP), Chapadão do Sul, Dourados e Campo Grande (MS) e Primavera do Leste (MT) foram perdidos pelo longo período de estiagem ocorrido após a semeadura dos ensaios. Em Sertaneja (PR) e Araras (SP), os ensaios foram perdidos, respectivamente, por ataque de phomopsis e por toxicidade residual de herbicida. Os ensaios de Itumbiara e Rio Verde (GO) tiveram os dados de produtividade comprometidos devido ao intenso ataque de pássaros nas parcelas, somente sendo analisados os dados de teor de óleo. Para a análise conjunta, foram considerados os dados de Jardinópolis e Manduri (SP), Mineiros (GO), Planaltina (DF), Campo Novo dos Parecis e Rondonópolis (MT) e Uberlândia (MG). Os dados de Sete Lagoas (MG) e Gurupi (TO) apresentaram coeficientes de variação muito altos e foram desconsiderados. Pela análise conjunta, o rendimento médio foi de 1840 kg/ha, variando de 1371 kg/ha (IAC Iarama) a 2229 kg/ha (Agrobel 920). A análise de óleo novamente mostrou uma variação considerável entre genótipos. A média da análise conjunta dos ensaios foi de 43,72%. Os melhores genótipos para teor de óleo foram SE 02 (50,32%), SE 04 (49,32%) e Cargill 9602 (47,86%). O rendimento médio de óleo foi de 794 kg óleo/ha, com destaque para os genótipos MG 2, CARGILL 9602, Agrobel 960 e Agrobel 920. Os melhores rendimentos de grãos e de óleo foram obtidos em Rondonópolis (média

de 2440 kg/ha e 922 kg óleo/ha, respectivamente).

Com base nas avaliações dos caracteres agronômicos, a Comissão Nacional de Cultivares de Girassol acrescentou sete genótipos à lista de indicação de cultivares para os estados do Rio Grande do Sul e Paraná: Agrobrel 910, Agrobrel 920, Agrobrel 960, SE 02, SE 04, Aguará e GV 22510. Foi possível adicionar nove genótipos para os estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso e Distrito Federal: Agrobrel 910, Agrobrel 920, Agrobrel 960, SE 02, SE 04, Aguará, GV 22510, Cargill 9602 e Catissol N7. Para atender o mercado de confeito (pássaros e amêndoa), foram indicados, em caráter emergencial, os genótipos Mycogen 9338, Victória 627 e Victória 807, nos estados de Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul.



11.3 Caracterização da Aptidão Climática de Regiões para o Cultivo do Girassol (04.0.99.334-04)

José Renato Bouças Farias,
Ivan Rodrigues de Almeida e
Fernando Antônio Macena da Silva¹

No contexto atual, é grande o potencial da cultura do girassol como componente de sistemas de produção mais diversificados e rentáveis, a qual vem gerando grande expectativa de expansão em diversas regiões do país. Isso tem intensificado a demanda por informações téc-

nico-científicas capazes de contribuir e viabilizar a implantação dessa cultura em termos comerciais, de modo a gerar maiores ganhos aos agricultores. No entanto, na agricultura de hoje, incrementos nos rendimentos e redução dos custos e dos riscos de insucesso dependem cada vez mais do uso criterioso dos recursos. Neste processo, o agricultor deve tomar decisões em função dos fatores de produção disponíveis e dos níveis de risco envolvendo sua atividade, visando a obtenção de maior rentabilidade. Dentre todos os fatores envolvidos na produção agrícola, o clima apresenta-se como um dos únicos praticamente incontrolável. Diante deste contexto, definindo áreas menos sujeitas a riscos de insucessos devido à probabilidade de ocorrência de determinadas condições climáticas, o presente trabalho constitui-se numa ferramenta de fundamental importância em várias atividades do setor agrícola. Isto leva à exploração mais racional da cultura, bem como ao incremento da produção e da produtividade da mesma.

Num trabalho envolvendo várias instituições (EMBRAPA, ANEEL, INMET, LAPAR), o presente subprojeto tem por objetivo delimitar as áreas com maior aptidão climática para o desenvolvimento da cultura do girassol, visando fornecer informações para subsidiar a definição de políticas agrícolas e a tomada de decisões pelo setor produtivo, buscando a obtenção de maiores rendimentos e menores riscos. Para tanto, procurar-se-á classificar as regiões produtoras de girassol, em função das disponibilidades climáticas de cada região, das exigênci-

¹ Embrapa Cerrados.

as bioclimáticas da cultura e das condições mais favoráveis ao estabelecimento e desenvolvimento da cultura. Para isto serão usados modelos de simulação, sistemas geográficos de informação e geoestatística.

Na primeira etapa do trabalho, em 1999, foi montado um banco de dados climáticos, contendo valores diários de precipitação pluviométrica, temperatura do ar e evapotranspiração, observados por um período mínimo de 15 anos, abrangendo várias estações, localizadas nas regiões em estudo. Para o estado de Goiás, foram obtidos dados pluviométricos de 120 locais e para o Paraná, de 140. As séries pluviométricas foram analisadas detalhadamente, estabelecendo-se séries históricas consistentes e ininterruptas. Todos esses dados já encontram-se armazenados em computador e já foram convertidos para os formatos necessários aos modelos de simulação a serem empregados nos estudos. Esses dados e os índices climáticos deles obtidos estão georreferenciados (espacializados), prontos para alimentar os sistemas de informações geográficas e para serem geoestatisticamente analisados, a fim de permitir a elaboração posterior das cartas de risco climático. Com relação aos dados de temperatura e de evapotranspiração, não existe uma boa representatividade em função do pequeno número de estações agrometeorológicas existentes nestes estados. Porém, com os dados existentes, procurar-se-á, em função de latitude, longitude e altitude, estimar valores para outros pontos com o uso de geradores climáticos e interpola-

dores geográficos. Para estimativa da evapotranspiração potencial, estão sendo usados os métodos de Penman, para o Paraná, e de Hargreaves, para Goiás, em função das restrições de informações e das variáveis disponíveis. De posse de todos os dados, serão feitos todos os cálculos necessários, a fim de estimar-se os índices de risco à cultura do girassol, através da geoestatística, distribuições de frequência e de probabilidades e do uso de modelos de simulação. Modelos matemáticos serão usados para estimar o desenvolvimento da cultura do girassol sob as diferentes condições de clima e de solo, características das regiões em estudo. A princípio, serão usados os modelos SARRA e OILCROP-SUN (dentro do sistema DSSAT).



11.4 Avaliação de Herbicidas na Cultura do Girassol (04.0.99.334-05)

Alexandre Magno Brighenti dos Santos

O girassol é uma dicotiledônea anual da família *Compositae*, originária do continente Norte Americano. Atualmente, é cultivado em todos os continentes, abrangendo uma área de aproximadamente 18 milhões de hectares. É uma oleaginosa que apresenta a característica de adaptar-se bem a diferentes condições edafoclimáticas. Também, apresenta-se como opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas. Com a ampliação das áreas de cultivo, os problemas com a infestação de plantas daninhas vem au-

mentando, havendo necessidade de um controle eficiente de invasoras. No Brasil, apenas três herbicidas são registrados para a cultura do girassol, os quais são mais eficientes no controle de gramíneas, faltando opções para o controle de folhas largas. O presente subprojeto tem os objetivos de determinar épocas adequadas para se realizar a semeadura do girassol safrinha após a aplicação de herbicidas de longo período residual na cultura da soja; e avaliar a capacidade de tolerância do girassol a alguns herbicidas recentemente lançados no mercado, visando seletividade para a cultura, bem como, o controle das plantas daninhas.

11.4.1. Controle químico de plantas daninhas na cultura do girassol em solo de textura argilosa

A presença de invasoras, durante as primeiras etapas do ciclo de cultivo do girassol, resulta em plantas cloróticas, de menor porte, com diminuição da área foliar, do diâmetro do caule e do tamanho do capítulo. No que se refere ao controle químico de invasoras, a disponibilidade de herbicidas registrados para a cultura do girassol é muito limitada no Brasil. Assim, um experimento foi instalado na Embrapa Soja, Londrina, PR, com o objetivo de avaliar a seletividade e a eficiência agrônômica de herbicidas aplicados em condições de pré-emergência na cultura do girassol. O solo é classificado como Latossolo Roxo distrófico, com 77,15% de argila, 15,35% de silte e 7,50% de areia e 2,4% de matéria orgânica. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com qua-

tro repetições. Cada bloco foi constituído pelos tratamentos sulfentrazone 350 e 600 g/ha, acetochlor 2100 e 2520 g/ha e oxyfluorfen 360 e 480 g/ha, além das testemunhas capinada e sem capina. Foi utilizado o híbrido M 734, em espaçamento de 0,70 m entre as linhas, com quatro sementes por metro linear. A aplicação dos herbicidas foi realizada com pulverizador costal, à pressão constante de 240 kPa, equipado com barra de 2 m de largura e quatro bicos de jato plano 110 02 DG, distanciados de 0,5 m, com volume de pulverização equivalente a 200 L/ha. O efeito dos herbicidas no controle das espécies invasoras foi avaliado aos 30 dias após a semeadura (DAS) utilizando escala visual de 0-100%. Além disso, foi avaliada a biomassa seca de plantas daninhas na pré-colheita do girassol. O grau de fitotoxicidade foi avaliado através de escala percentual, aos 20 e 30 DAS. Foi avaliado o diâmetro de caule e de capítulo, o teor de óleo, além da biomassa seca de plantas de girassol. As doses de sulfentrazone proporcionaram controle eficiente das plantas daninhas e os valores de biomassa seca das invasoras não diferiram da testemunha capinada. Com relação aos valores médios de percentagem de controle das espécies daninhas, o sulfentrazone proporcionou controle acima de 88% para amendoim-bravo e corda-de-viola nas duas doses aplicadas. A aplicação da menor dose resultou em controle mediano do picão-preto (71%). Foi obtido controle dessa invasora acima de 87% em função da aplicação das doses de acetochlor. Entretanto, esse herbicida não foi efici-

ente no controle do amendoim-bravo. Para o oxyfluorfen, ocorreu o inverso. Foram obtidas percentagens de controle do amendoim-bravo acima de 83%, sendo o produto ineficiente no controle de picão-preto. Com relação à fitotoxicidade, tanto o sulfentrazone (350 g/ha) quanto o oxyfluorfen (360 g/ha) apresentaram valores baixos, não diferindo estatisticamente da testemunha aos 30 DAS. Com relação ao diâmetro do caule, os valores obtidos não diferiram estatisticamente da testemunha capinada em função das doses dos herbicidas, a exceção do acetochlor (2100 g/ha). Os valores obtidos para o diâmetro de capítulo não diferiram da testemunha capinada, menos para o acetochlor. Os valores médios para o teor de óleo não diferiram da testemunha capinada em função de todos os tratamentos aplicados. Com relação à biomassa seca de plantas de girassol, os valores obtidos em função das menores doses de sulfentrazone e oxyfluorfen não diferiram estatisticamente da testemunha capinada. O não comprometimento da cultura possivelmente seja devido ao fato de que todos os herbicidas utilizados são produtos adsorvíveis pelos colóides do solo, tanto da argila como da matéria orgânica. Assim, em solos de textura média e arenosa e/ou com baixos teores de matéria orgânica, o efeito fitotóxico dessas doses pode ser significativo. O sulfentrazone aplicado na dose 350 g/ha foi seletivo para o girassol, sendo eficiente, principalmente, no controle do amendoim-bravo e corda-de-viola. O acetochlor não foi eficiente no controle do amendoim-bravo. O oxyfluorfen (360 g/ha) foi

seletivo para o girassol cultivar M 734 e controlou o amendoim-bravo.

11.4.2. Seletividade de herbicidas aplicados em condições de pré-emergência na cultura do girassol em solo de textura argilosa

A magnitude do dano que as invasoras causam ao girassol pode chegar a valores entre 20% e 50% de perda de rendimento de grãos. Desse modo, os herbicidas podem constituir-se em alternativa viável para o controle das espécies daninhas. Entretanto, esses produtos podem causar danos à cultura, principalmente se utilizados incorretamente ou em discordância com as recomendações de aplicação. O objetivo desse trabalho foi avaliar a seletividade de herbicidas na cultura do girassol. O experimento foi conduzido no período de 18/05 a 01/10/1998, em área experimental da Embrapa Soja, Londrina, PR. O solo é classificado como Latossolo Roxo distrófico, com 76,2% de argila, 15,4% de silte, 8,4% de areia e 2,89% de matéria orgânica. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com quatro repetições. Cada bloco foi constituído pelos tratamentos acetochlor, nas doses 0, 1152, 2304, 3456 e 4608 g/ha e oxyfluorfen, 0, 360, 720, 1080 e 1440 g/ha. Utilizou-se o híbrido M 742, no espaçamento de 0,90 m. A aplicação dos herbicidas foi feita com pulverizador costal, à pressão constante de 215 kPa, equipado com barra de 2,0 m de largura e quatro bicos leque 80015-BD, distanciados de 0,5 m, com volume de pulverização equivalente a 150 L/ha. O experi-

mento foi mantido sem interferência de plantas daninhas para se avaliar somente o efeito dos produtos sobre a cultura. O grau de fitotoxicidade foi avaliado através de escala percentual, aos 20 e 40 DAS. Foram avaliados também o teor de óleo e a produtividade. Modelos de regressão foram ajustados aos dados observados. A aplicação de 2304 g/ha, dose recomendada para outras culturas, causou injúrias à parte aérea das plantas. Os sintomas de intoxicação atingiram valores de 18% aos 20 DAS, intensificando-se até 40 DAS. Os valores médios do teor de óleo e da produtividade foram 36,2% e 1394 kg/ha, quando foram aplicados 2304 g/ha do acetochlor, enquanto, na testemunha, esses valores foram 37,4% e 1675 kg/ha. O oxyfluorfen, aplicado na dose 360 g/ha, causou danos à cultura em torno de 20% aos 20 DAS e 22% aos 40 DAS. Também, os valores médios do teor de óleo e da produtividade decresceram com o aumento das doses do produto. Entretanto, a aplicação de 360 g/ha resultou em valores médios observados de 37% e 1616 kg/ha para o teor de óleo e para a produtividade, enquanto, para a testemunha, foram 37,4% e 1675 kg/ha, respectivamente. Os dois herbicidas utilizados são adsorvíveis pelos colóides do solo, tanto da argila como da matéria orgânica. Em solos de textura média e arenosa e/ou com baixos teores de matéria orgânica, o efeito fitotóxico, poderá ser maior. O herbicida acetochlor reduziu o teor de óleo das sementes e a produtividade do girassol, cultivar M 742, na dose 2304 g/ha e em doses superio-

res a essa. O oxyfluorfen aplicado na dose 360 g/ha foi seletivo à cultura do girassol.

11.4.3. Intervalo de segurança entre a aplicação do imazaquin e a semeadura do girassol em solo de textura argilosa

O imazaquin é um herbicida aplicado no solo, no cultivo da soja, e seu resíduo pode prejudicar as culturas em sucessão. Na cultura do girassol, esse herbicida causa danos severos, sendo o estande de plantas uma das características mais afetadas. O objetivo deste trabalho foi determinar a melhor época de semeadura do girassol após a aplicação do herbicida imazaquin na cultura da soja. O experimento foi realizado na Embrapa Soja, Londrina, PR, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, em parcelas subdivididas e com quatro repetições. Foram aplicadas, nas parcelas, doses de imazaquin 0,15 e 0,30 kg/ha, além da testemunha. Nas subparcelas, foi semeado o girassol em cinco épocas diferentes 117, 124, 131, 138 e 145 dias após a aplicação (DAA), simulando o procedimento realizado pelo agricultor, ou seja, retirando a cultura de verão e instalando o girassol em sucessão. A cultivar de soja utilizada foi a IAS 5, semeada em 14/10/98. A aplicação do herbicida foi realizada após a semeadura da soja, em condições de pré-emergência. Utilizou-se pulverizador costal, à pressão constante de 207 kPa, equipado com barra de 2,0 m de largura e quatro bicos de jato plano BD 110-015, distanciados de 0,5 m, com volume de pulverização equivalente a

150 L/ha. Aos 117 DAA, a soja foi cortada deixando toda a cobertura verde sobre o solo e instalada a primeira época de semeadura do girassol. Mais quatro épocas foram implantadas com intervalos regulares de sete dias. Foi utilizado o híbrido M 742 em semeadura direta, em espaçamento de 0,8 m. Foram avaliados o estande da cultura, a biomassa seca de plantas, a altura de plantas, o teor de óleo e a produtividade da cultura do girassol. Em cada época de semeadura do girassol, foram coletadas amostras de solo com auxílio de trado, na profundidade de 0-10 cm. O solo foi congelado e conservado até o final do ciclo do girassol, quando foram colocados em vasos plásticos de 1 l. Esses vasos foram dispostos no mesmo delineamento e número de repetições utilizados no experimento a campo. Foi utilizada como planta indicadora o pepino (*Cucumis sativus*), cultivar Nobre. As avaliações constaram da medição da altura, biomassa verde e seca de raízes, biomassa verde e seca de planta (parte aérea e raízes) aos 23 dias após semeadura. Não houve diferença significativa entre as médias dos valores de todas as características avaliadas na cultura do girassol e do pepino, em função das doses do imazaquin e a testemunha, nas cinco épocas de semeadura. Contudo, o ano de condução do experimento foi bastante chuvoso e pode ter acelerado a degradação desse herbicida.

11.5 Validação e Difusão de Tecnologias para a Produção de Girassol no Brasil (04.1999.334-07)

Osvaldo Vasconcellos Vieira

A Embrapa Soja atua como executora de pesquisa, como parceira em diversos empreendimentos de Ciência e Tecnologia e como ponto de referência para a cultura do girassol no Brasil. Para cumprir sua missão, a Embrapa sempre buscou promover a divulgação das tecnologias geradas a serem adotadas pela assistência técnica e produtores.

Tendo em vista a expansão econômica do girassol no Brasil, o objetivo deste trabalho é demonstrar o conjunto de recomendações técnicas obtidas nos programas de pesquisa, utilizando metodologias tradicionalmente preconizadas, tais como: cursos, palestras, dias de campo, visitas, unidades demonstrativas, unidades de observação, treinamentos e entrevistas entre outras. Para que este objetivo seja atingido, é necessário estabelecer com entidades oficiais e privadas parcerias que contemplem um programa de suporte técnico para disponibilizar com mais rapidez as informações existentes.

No período de janeiro a dezembro de 1999 foram realizadas 10 palestras com participação de 505 produtores, técnicos e alunos, 4 treinamentos para 140 pessoas, 7 reuniões técnicas com agrônomos e gerentes de cooperativas e indústrias, instaladas 12 unidades demonstrativas e 4 unidades de observação nos estados de RS, SC, PR, SP, MS, GO, MT e AL. Foram dadas 4 entrevistas de rá-

dio, 4 para televisão e 17 entrevistas para jornais e revistas de circulação nacional. Foram realizados 12 dias de campo nos estados de PR, RS, SP, MT e AL, atendendo mais de 5000 produtores. Ocorreram 163 consultas técnicas e 109 assessorias técnicas para produtores, agrônomos, veterinários, zootecnistas dos estados do RS, SC, PR, MS, GO, MT, DF, TO, SP, BA, CE, PB, RN, PE, RJ, MG, AL, PA, Paraguai e Uruguai. Foram distribuídas mais de 4000 publicações referentes a cultura do girassol e editado uma pesquisa em andamento intitulado "Ocorrência da podridão branca de capítulo e haste causada por *Sclerotinia sclerotiorum* nos cultivos de girassol, em semeadura após a colheita da safra de verão, no estado do Paraná". Foi promovido pela Embrapa Soja em conjunto com a Universidade Luterana (ULBRA) e Caramurú Alimentos a XII Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol e I Simpósio Nacional Sobre a Cultura do Girassol em Itumbiara (GO), com a participação de 240 pessoas.

Neste ano foi firmado proposta de cooperação técnica financeira para expansão e transferência de tecnologias recomendadas para cultura do girassol com a Caramurú Alimentos.

Para implantação desta cooperação foi adotada a metodologia do Treino & Visita onde foram realizados 4 treinamentos para 30 técnicos. Foram acompanhadas e monitoradas 17.000 hectares de 103 produtores dos estados de Goiás,

Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais envolvidos no processo de produção de girassol. Os produtores envolvidos nesta metodologia obtiveram produtividade média de 1280 kg/ha contra menos de 1000 kg/ha dos produtores que não estavam no programa. Todos os produtores envolvidos no programa adotaram 100% das metodologias preconizadas como amostragem do solo, adubação recomendada, inseticida e herbicida conforme recomendação agrônômica, utilização da aplicação de boro foliar.

Os resultados obtidos com o desenvolvimento deste subprojeto permite as seguintes considerações: a) a expansão da cultura foi de 22.500 hectares para 82.000 hectares, isto ocorreu devido a entrada firme no mercado da indústria Caramurú Alimentos e uma participação mais atuante da Cargill; b) Houve uma retomada da cultura no Rio Grande do Sul com boas perspectivas de aumento de área; c) grande interesse pela utilização do girassol como silagem; d) a área no Paraná não será expressiva devido a competição com a soja; e) aumento na demanda por informações a respeito da cultura; e) com objetivo de fomentar a ampliação e consolidação da cultura no cerrado e no Rio Grande do Sul serão intensificadas as atividades de difusão e transferência de tecnologia através de treinamentos, cursos e palestras para técnicos e produtores, condução de UD/UO e acompanhamento de lavouras.



12

SUBPROJETOS EXTERNOS À EMBRAPA SOJA

12.1 Zoneamento Agroclimático das Principais Culturas de Grãos no Brasil (04.0.94.065)

Silvando Carlos da Silva¹

O presente projeto teve por objetivo delimitar as áreas de menor risco climático às culturas do arroz, feijão, soja, milho e trigo, a partir da caracterização agroclimática das distintas regiões produtoras e em função das necessidades climáticas das culturas em questão. Este projeto estava composto por subprojetos abrangendo cada uma das culturas em estudo, com as ações sob responsabilidade dos respectivos centros de produtos (Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Soja, Embrapa Milho e Sorgo e Embrapa Trigo). A caracterização agroclimática das regiões foi executada pela Embrapa Cerrados. As atividades deste projeto foram encerrados em dezembro de 1999.

12.1.1. Zoneamento agroclimático da cultura da soja no Brasil (04.0.94.065-03)

José Renato Bouças Farias,
Ivan Rodrigues de Almeida, Antônio Garcia,
Marcos Valdemir Buche² e Anderson Saquetti²

Incrementos nos rendimentos e redução dos custos e dos riscos de insucesso na agricultura moderna, dependem cada vez mais do uso criterioso dos recursos.

Neste processo, o agricultor deve tomar decisões em função dos fatores de produção disponíveis e dos níveis de risco envolvendo sua atividade, visando a obtenção de uma maior rentabilidade. Dentre todos os fatores envolvidos na produção agrícola, o clima apresenta-se como um dos únicos praticamente incontrolável. A disponibilidade hídrica é um dos principais fatores responsáveis pela variabilidade dos rendimentos da cultura da soja no tempo e no espaço. Esse subprojeto teve por objetivo fornecer informações para subsidiar a definição de políticas agrícolas e a tomada de decisões pelo setor produtivo, visando reduzir os riscos de perdas devido a ocorrência de déficits hídricos.

Definindo áreas menos sujeitas a riscos de insucessos devido a ocorrência de adversidades climáticas, o zoneamento agroclimático constitui-se numa ferramenta de fundamental importância em várias atividades do setor agrícola. Num trabalho envolvendo várias instituições (MA, FINATEC, EMBRAPA, ANEEL, INMET, IAPAR), o presente trabalho procurou delimitar as áreas com maior aptidão climática para o desenvolvimento da cultura da soja, visando a obtenção de maiores rendimentos e menores riscos. Foram definidas as áreas com maior ou menor probabilidade de ocorrência de déficit hídrico durante a fase mais crítica da cultura, caracterizadas como favoráveis, in-

¹ Embrapa Arroz e Feijão.

² Bolsista MA/FINATEC.

intermediárias e desfavoráveis, em função das diferentes épocas de semeadura, das disponibilidades hídricas de cada região, do consumo de água nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, do tipo de solo e do ciclo da cultivar.

O início das atividades deste subprojeto estava previsto para janeiro de 1997. No entanto, face à prioridade estabelecida pelo Governo Federal na condução deste projeto, o início das atividades foi antecipado para janeiro de 1996. Foram realizados os zoneamentos agroclimáticos da cultura da soja para os estados de Goiás, Tocantins, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, região oeste da Bahia, sul do Maranhão, sul do Piauí e Distrito Federal, para duas cultivares hipotéticas de soja (precoce e tardia) e três tipos de solo por estado. Foram usadas séries pluviométricas de várias estações por estado contendo, no mínimo, 15 anos de dados diários para cada local.

Em todos os estados, com o emprego de modelos, foram feitas simulações do desenvolvimento da cultura para várias datas de semeadura (nove ou doze períodos de dez dias cada), as quais procuram englobar os períodos recomendados pela pesquisa. Para a espacialização dos resultados, cada valor de ET_r/ET_m (Evapotranspiração Real/Máxima) observado durante a fase mais crítica ao déficit hídrico (R1-R6, pela escala de Fehr e Caviness (1977)), foi associado à localização geográfica da respectiva estação pluviométrica, para posterior elaboração dos mapas, utilizando-se um sistema de informações geográficas (SGI). Para definição das áreas de maior ou menor pro-

babilidade de ocorrência de déficit hídrico na fase mais crítica, foram estabelecidas três classes, de acordo com a relação ET_r/ET_m obtida: favorável ($ET_r/ET_m \geq 0,65$); intermediária ($0,65 > ET_r/ET_m > 0,55$); e desfavorável ($ET_r/ET_m \leq 0,55$). Posteriormente, para cada estado em estudo, foram elaborados 54 ou 72 mapas decorrentes da combinação de nove ou doze períodos de semeadura, três tipos de solo e duas cultivares. Foram rodadas, ao todo, cerca de 80.000 simulações, resultado da interação entre estações pluviométricas, cultivares, tipo de solo e datas de semeadura nos diferentes estados. Cada um dos mapas representa a combinação de um dos níveis de cada fator acima, isto é, cada mapa representa a classificação das diferentes áreas do estado para uma dada época de semeadura, em função do tipo de solo e da cultivar.

Os resultados obtidos foram validados, comparando-se os índices obtidos com séries históricas de rendimento de grãos, área plantada e produção, por município, nos diferentes estados, obtendo-se elevada correlação entre os valores estimados e os observados a campo. Nas Figuras 12.1 e 12.2 são apresentados alguns exemplos de mapas obtidos para o Paraná e Mato Grosso do Sul. Em 1999, foram revisados, corrigidos e elaborados novas tabelas do zoneamento agroclimático da cultura da soja para os estados de Goiás, Tocantins, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Bahia, Maranhão e Piauí, procurando fazer com que o trabalho expresse melhor a realidade observada a cam-

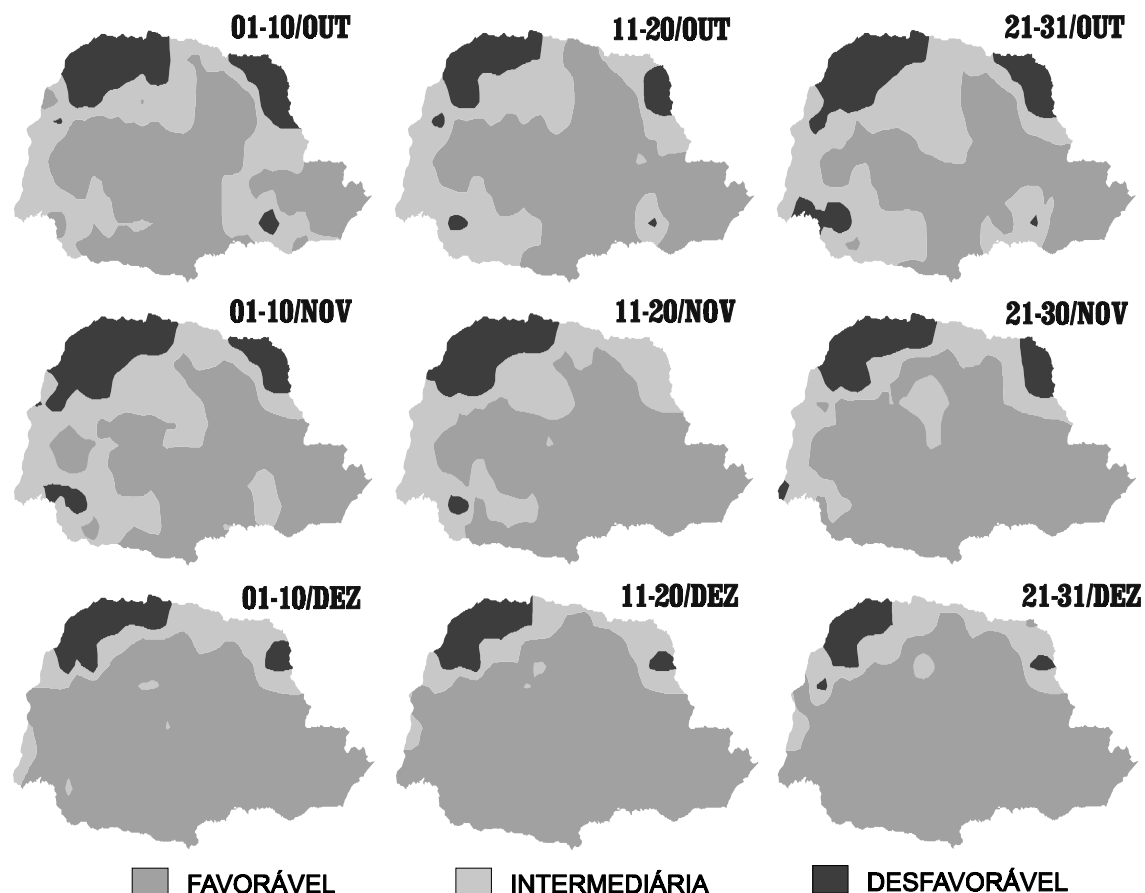


FIG. 12.1. Zoneamento agroclimático da cultura da soja, cultivar de ciclo precoce e solo de média retenção de água, para nove épocas de semeadura, no estado do Paraná. Embrapa Soja, Londrina-PR, 1999.

po ao longo dos anos. Foram realizadas novas simulações, com novos conjuntos de dados meteorológicos, gerando informações mais precisas para os locais em que se verificou algum problema. Ainda em 1999, foi desenvolvida a versão preliminar de um software, a ser disponibilizado na forma de CD-ROM, sobre o zoneamento agroclimático para a cultura da soja no Brasil, com todas as informações geradas por este subprojeto, con-

tendo tabelas e mapas com recomendações de épocas de semeadura e de cultivares. Também foram acrescentadas outras informações técnicas sobre a cultura da soja, úteis aos produtores rurais, órgãos financiadores, assistência técnica, planejamento rural, instituições de pesquisa e de ensino, órgãos do governo, etc. Este trabalho não está encerrado, devendo ser aprimorado e atualizado, levando-se em conta todo o conhecimento acumulado pelo

cultivo da soja, nas diferentes regiões há vários anos e observações atualizadas das condições climáticas. Para que se obtenha maior êxito, esta tarefa exigirá mais

tempo e a participação de vários outros segmentos do setor agrícola. As atividades deste subprojeto terão continuidade num novo projeto (01.2000.051).

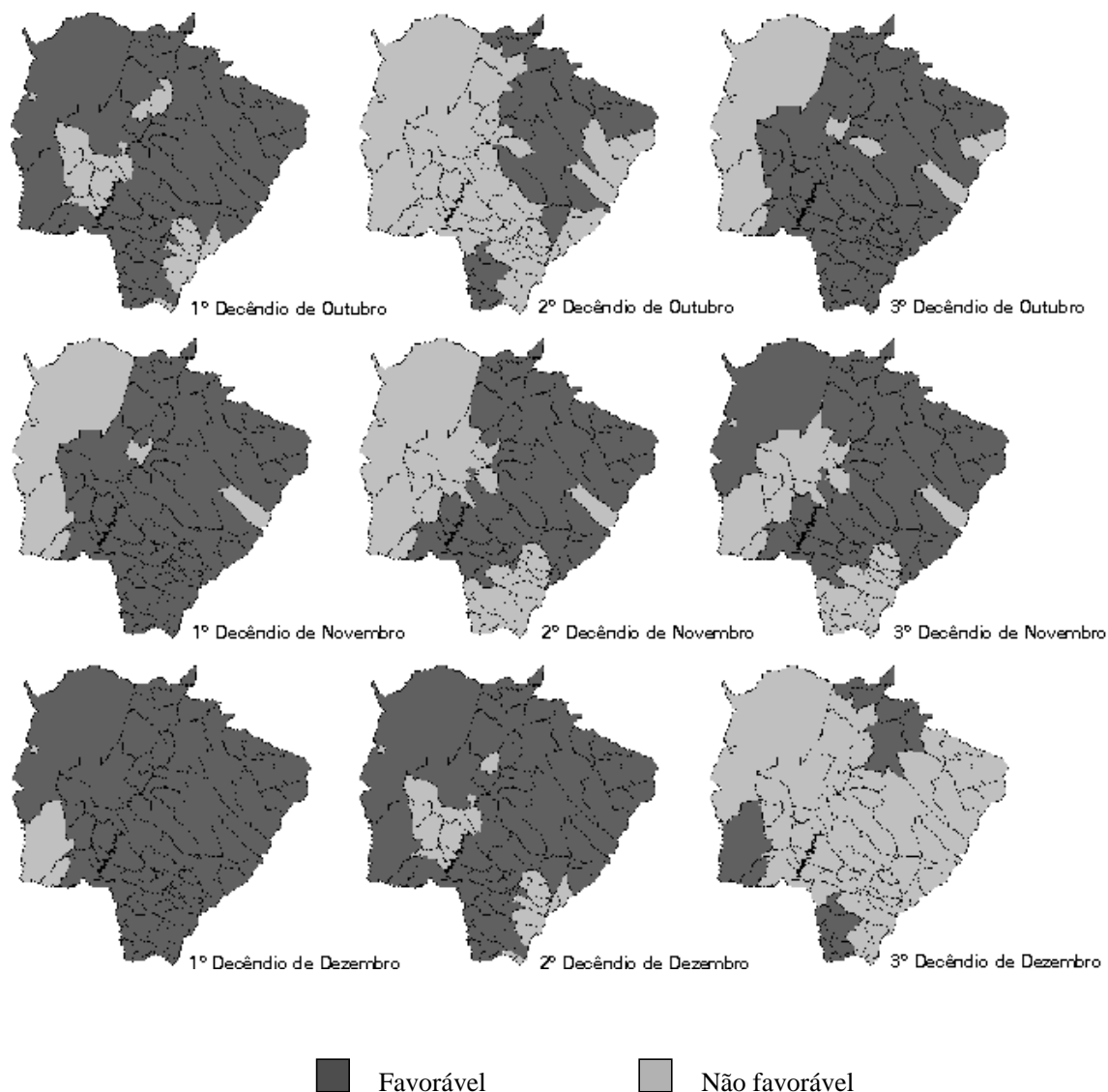


FIG. 12.2. Zoneamento agroclimático da cultura da soja, cultivar de ciclo precoce e solo de média retenção de água (35mm), para nove épocas de semeadura, no estado do Mato Grosso do Sul. Embrapa Soja, Londrina, 1999.

12.2 Desenvolvimento e Avaliação de Cultivares de Trigo para o Estado do Paraná (04.1999.352-02)

Dionisio Brunetta, Sergio Roberto Dotto e
Luis Cesar Tavares

O estado do Paraná, que há cerca de 20 anos vem mantendo a liderança na área e produção nacional de trigo, apresenta grande diversidade edafoclimática que influencia o seu desempenho. Em consequência, faz-se necessário desenvolver um maior número de genótipos com diferentes características agronômicas, boa estabilidade de rendimento de grãos, com tolerância ao alumínio trocável do solo, qualidade industrial e adaptados a uma ou mais regiões específicas. Para tanto, é imprescindível a utilização direta do amplo germoplasma disponível nos diversos programas de melhoramento de trigo das unidades da EMBRAPA, de maneira especial o da Embrapa Trigo. Paralelamente à introdução de germoplasma de outras unidades e aproveitando a estrutura da Embrapa Soja, principalmente seus recursos humanos, equipamentos, materiais e campos experimentais, tem-se condições de criar novas cultivares de trigo a partir de populações segregantes provenientes de hibridações artificiais efetuadas nesta unidade e na Embrapa Trigo, visando especificamente as condições edafoclimáticas do Paraná. A grande vantagem dessa atividade reside na possibilidade da criação de cultivares a partir de seleções efetuadas em gerações precoces até a fixação dos caracteres e em condições ambientais deste estado. Finalmente, quando se cria ou introduz novas cultivares necessita-se de

avaliação para características agronômicas e rendimento, multiplicação de semente genética e difusão das mesmas. Estes processos estão sendo realizados através de: condução de ensaios preliminares e ensaios regionais da rede de experimentação; pequenas e médias parcelas de multiplicação; unidades demonstrativas, dias de campo e visitas técnicas, palestras, edição de informes técnicos e outras publicações do gênero. Visando a redução de custos, a avaliação de linhagens nas regiões sul, oeste e sudoeste é executada em parceria com o IAPAR, COODETEC e a FAPA, que dispõem de estações experimentais em locais de clima e solo diferenciados e representativos das áreas tritícolas do Paraná.

12.2.1. Hibridações artificiais, populações segregantes e coleções de observação

O trabalho de melhoramento de trigo na Embrapa Soja tem por objetivos principais a obtenção de novas linhagens com melhor comportamento agrônomo, ampla adaptação no Estado do Paraná, com elevado potencial de rendimento, qualidade industrial, e resistentes às principais doenças, mais especificamente, ferrugem da folha (*Puccinia recondita*), oídio (*Erysiphe graminis tritici*), manchas foliares (*Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera tritici repentis*) e giberela (*Fusarium* spp.). Outras características importantes para o bom desempenho da cultura do trigo, tais como, resistência à germinação na espiga, ao acamamento e tolerância ao alumínio tóxico também são consideradas.

Genótipos de trigo, previamente selecionados, são submetidos a cruzamentos artificiais visando-se a produção de populações segregantes. Estas populações são semeadas no campo, onde, pelo método genealógico, são realizadas seleções para a obtenção de novas linhagens homozigotas. Visando-se encurtar etapas no processo de seleções, a partir de 1998, um número significativo de novas linhagens, geradas na Embrapa Trigo, pela técnica de Duplo Haplóides com pólen de milho, está sendo semeado em Londrina para observações e seleções.

Em 1999, o Bloco de Cruzamento foi composto por 97 genótipos e foram realizadas 263 hibridações. Neste ano foram conduzidas populações segregantes provenientes de seleções efetuadas em 1998 na Embrapa Soja, bem como, populações segregantes selecionadas na Embrapa Trigo. Parte da semente das populações segregantes selecionadas em Londrina foi enviada à Embrapa Trigo, para semeadura em Passo Fundo, onde as condições ambientais são diferentes das de Londrina e permitem uma seleção mais eficiente para resistência às doenças. Em Londrina, obtém-se maior eficiência na seleção para caracteres de rendimento, tipo agrônomo e qualidade industrial.

Durante o ciclo da cultura do trigo em 1999, o ambiente foi favorável para a seleção visando resistência a algumas doenças, principalmente o oídio, a ferrugem da folha e a giberela. A seleção de plantas no campo, foi complementada pela observação visual das característi-

cas das sementes, efetuada após a trilha individual de cada planta, mantendo-se preferentemente as bem formadas e com textura dura. De um total de 21.500 plantas selecionadas no campo, foram mantidas sementes de 6.665 (31%) plantas, para semeadura em 2000.

Na Tabela 12.1, tem-se um resumo das populações segregantes semeadas na Embrapa Soja, no ano de 1999, com os resultados das seleções efetuadas. Foram selecionadas 337 progênies que já se encontravam fixas. Elas serão avaliadas em ensaios preliminares de primeiro ano em 2000 ou em coleções específicas.

Os genótipos fixos, selecionados em Londrina e/ou introduzidos de outras instituições, que dispõem de limitado volume de semente, foram distribuídos em coleções de observação para uma primeira avaliação de suas características agrônomicas e semeadas em um ou mais locais. Realizou-se avaliações visuais no campo, rendimento de grãos, comparando-se com testemunhas padrões e avaliação visual de grão. Neste ano foram semeadas em Londrina, 14 coleções de observação, totalizando 3.060 parcelas. Em Campo Mourão, em quatro coleções, foram semeadas 473 parcelas e em Ponta Grossa, em três coleções, 575 parcelas. Após seleção ao nível de campo e pelo aspecto de grãos, foram mantidas 286 linhagens. As linhagens que apresentaram sementes suficientes, foram promovidas aos ensaios preliminares para a safra de 2000. As demais serão multiplicadas para avaliação em ensaios no próximo ano.

TABELA 12.1. Populações segregantes de trigo semeadas na Embrapa Soja em Londrina, PR, em 1999. Embrapa Soja, Londrina/PR, 2000.

População	Origem 1998	Parcelas semeadas ¹	Plantas selecionadas ²	Linhas fixas ³
Geração F1	Cruzas WT	361	361	
F2 Embrapa Soja	Londrina	305	509	
F2 Massa PR/99	Passo Fundo	174	273	
F3 Embrapa Soja	Londrina	581	650	
Ger. Avançadas (F5 a F 9)	Londrina	2430	586	337
F4 de F1 T e D CNPT/96	Londrina	113	80	
F4 INDIV. Emb. Soja	Londrina	1203	823	
F4 WARTA (CNPT/97)	Londrina	127	145	
F4 DEL (CNPT/97)	Londrina	73	43	
SEG. CNPSO/CNPT(97)	Londrina	273	1005	
SEG. PEDRO CNPT/97	Londrina	442	458	
PL. SEL. 97. PF/LD	Londrina	109	178	
F3 SEL de F2 EMB Trigo 98	Londrina	1260	1098	
F3 M. Sel 97 EMB. Trigo	Londrina	100	109	
Seg. PF. Sel. Ld. 97	Londrina	861	68	
Sel Massa PF/98 p/ LD 99	Passo Fundo	66	107	
Seg. PL SEL. PF 98 P/LD 99	Londrina	280	172	
Total		7918	6665	337

¹ Número de progênies semeadas, provenientes de seleções efetuadas em 1998

² Número de plantas que permaneceram após observação visual de grão em laboratório

³ Número de linhas fixas selecionadas que integrarão os ensaios preliminares de de 1º ano ou coleções Embrapa Soja (linhagens siglas WT ou PF).

12.2.2. Ensaios preliminares

Os genótipos com melhor comportamento agrônomo, nas coleções e linhas segregantes avançadas, passam pelas primeiras avaliações estatísticas de rendimento de grãos nos ensaios preliminares internos da instituição, onde são comparados com testemunhas, representadas por cultivares de elevado potencial produtivo e com significativa área cultivada no Estado.

No ano agrícola de 1999 foram testadas, ao nível de preliminar de 1º ano, 154 linhagens e, em nível de preliminar

de 2º ano, 80 linhagens. Todos os ensaios foram conduzidos em Londrina, solos sem alumínio e Campo Mourão e em Ponta Grossa, em solos com alumínio. Vinte genótipos foram selecionados e promovidos a ensaios preliminares de 2º ano por terem se destacado pelo seu comportamento agrônomo, principalmente pelo rendimento de grãos, resistência ao oídio, ferrugem da folha e manchas foliares. Em Londrina foi instalado, também, um ensaio organizado pelo CIMMYT: 7TH HRWYT, composto por 50 genótipos. Quatro linhagens foram selecionadas para

reavaliação em preliminar de 2º ano em 2000. Considerando os resultados dos ensaios preliminares de 1º ano de 1998 e dos ensaios preliminares de 2º ano de 1999, oito linhagens foram promovidas a ensaios intermediários da rede oficial, PF 940305, PF 940306, WT 98078, WT 98105, WT 98107, WT 98108, WT 98109 e WT 99046, Tabela 12.2.

12.2.3. Ensaios regionais de avaliação de linhagens e cultivares

O processo de lançamento e/ou indicação de novas cultivares, a partir de 1999, segue as normas do Serviço Nacional de Registro de Cultivares. Para tanto, são necessários três anos de testes para avaliação, em dois locais de cada região. No Paraná, os ensaios para avaliar o *Valor de Cultivo e Uso (VCU)* são

conduzidos de forma cooperativa, nas Regiões 6, 7 e 8 pelas entidades Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Embrapa Soja, Cooperativa Central de Desenvolvimento Tecnológico e Econômico (COODETEC) e Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA). Os genótipos são testados, primeiramente, no Ensaio Intermediário e, nos dois anos subsequentes, nos Ensaios Finais de primeiro e segundo ano. Estes são constituídos por linhagens de trigo das três entidades de pesquisa, cujo número de tratamentos e locais são determinados a cada ano. Os genótipos que apresentarem melhores características, como produtividade, resistência às principais doenças e qualidade industrial desejável, serão indicadas para registro e cultivo pelos agricultores. As cultivares já

TABELA 12.2. Rendimento de grãos (kg/ha) e respectiva porcentagem em relação à média das testemunhas (%), das linhagens da Embrapa promovidas ao Ensaio Intermediário em 2000. Embrapa Soja, Londrina/PR 2000.

Linhagem	1998				1999						Peso kg ⁴
	Ensaio Preliminar de 1º ano				Ensaio Preliminar de 2º ano						
	Londrina ¹		C. Mourão ²		Londrina		C. Mourão		P. Grossa ³		
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	
PF 940305	4880	117	3467	100	6100	114	4547	114	4513	109	34
PF 940306	5340	128	3453	100	6007	112	4680	117	4967	120	58
WT 98078	4907	91	4227	121	6173	114	4327	113	4040	94	41
WT 98105	5013	102	4060	115	5373	99	4527	118	4507	105	40
WT 98107	4660	95	4493	127	6100	113	4473	117	4320	101	42
WT 98108	4893	100	4560	129	6427	119	4333	113	4313	100	45
WT 98109	5187	106	4287	122	5953	110	4620	120	4333	101	47
WT 99046	–	–	–	–	5721	120	4180	105	4360	117	14

¹ Londrina em solos sem alumínio.

² Campo Mourão em solos com alumínio.

³ Ponta Grossa em solos com alumínio.

⁴ Quantidade de sementes disponível.

indicadas são avaliadas no Ensaio de Cultivares em Cultivo.

Na safra agrícola de 1999 foram conduzidos sob a responsabilidade da Embrapa Soja na Londrina (Warta) e Campo Mourão, em duas épocas, os seguintes ensaios: Intermediário de linhagens de trigo do Paraná (EIP), Final de linhagens de trigo do Paraná (EFP) e Cultivares de trigo em cultivo do Paraná (ECP).

As condições meteorológicas ocorridas durante o ciclo da cultura influenciaram diferentemente o desempenho dos genótipos, em função das épocas de semeadura e das localidades. Em Londrina, a implantação dos experimentos foi normal durante o mês de abril, utilizando-se a irrigação para promover a germinação somente na segunda época de semeadura. Durante o ciclo da cultura a distribuição das chuvas foi normal, exceto, no período de 5/5 a 9/6, quando não ocorreram precipitações, afetando o rendimento da primeira época, principalmente dos

genótipos mais precoces. Também houve um período de déficit hídrico, nos meses de julho e agosto, afetando o rendimento da segunda época. Em Campo Mourão, devido ao déficit hídrico, a germinação das sementes dos genótipos da 1ª época somente ocorreram em 21/05. Do mesmo modo que na Warta, houve um período de estiagem, nos meses de julho e agosto, comprometendo os rendimentos, principalmente, dos genótipos de maior ciclo vegetativo da primeira época e, de todos na segunda época. As condições climáticas prevalentes não propiciaram o aparecimento de enfermidades de uma forma intensa, sendo predominante a ferrugem da folha na Warta e, o oídio, em Campo Mourão. Esta incidência moderada não afetou o rendimento de grãos, pois os diferentes ensaios receberam aplicação de fungicidas.

A Tabela 12.3 apresenta uma síntese dos resultados de rendimento de grãos das linhagens e cultivares de tri-

TABELA 12.3. Rendimento médio de grãos, em kg/ha, por ensaio, nas localidades de Londrina (Warta) e Campo Mourão, das linhagens e cultivares de trigo que se destacaram nos experimentos em 1999. Embrapa Soja, Londrina/PR. 2000.

Ensaio/genótipo	Londrina (Warta) (kg/ha)		Campo Mourão (kg/ha)	
	13/04	24/04	05/05	18/05
..... E I P ¹				
CD 993	4.430	4.923	3.800	2.887
CD 995	5.500	4.993	4.257	3.210
CD 997	4.853	4.447	4.397	3.180
CD 999	4.100	3.580	3.570	3.103
IA 993	6.003	5.020	3.933	2.940
LD 982	5.553	4.920	4.890	3.703
LD 984	3.763	4.500	4.193	3.180
PF 940366	4.883	4.527	3.277	3.297

Continua...

Ensaio/genótipo	Londrina (Warta) (kg/ha)		Campo Mourão (kg/ha)	
	13/04	24/04	05/05	18/05
...Continuação				
WT 97189	5.743	4.703	4.697	3.653
Média Test. ⁴	5.486	4.726	3.873	3.059
..... E F P ²				
IA 981	4.010	4.627	4.257	4.113
LD 969	5.267	4.563	4.373	3.613
LD 971	5.553	4.220	4.253	3.153
LD 973	4.320	4.460	4.753	3.617
LD 975	5.627	4.830	3.396	3.520
OC 968	5.363	4.803	4.063	3.233
OC 972	5.130	4.110	3.443	3.033
OC 9811	5.817	4.227	3.757	3.333
OC 9812	5.720	4.377	3.413	2.550
PF 93167	5.653	4.673	3.597	3.443
PF 93188	5.443	4.940	2.713	2.997
PF 940384	6.147	4.803	4.160	3.190
WT 95068	5.403	4.083	3.303	3.030
WT 96061	5.857	4.307	3.710	3.300
WT 96063	6.063	4.610	4.313	3.313
WT 96168	6.023	4.647	3.043	2.557
Média Test ⁴	5.312	4.649	3.815	3.371
Média Test ⁵	5.300	4.637	4.483	3.562
..... E C R ³				
BRS 49	5.807	5.693	3.683	3.263
BRS 120	6.207	4.327	3.460	3.167
CD 103	5.663	3.770	3.413	2.930
CD 104	4.450	3.077	3.357	3.223
CD 105	5.840	4.327	4.210	3.557
IAPAR 53	6.273	4.587	3.983	3.990
IAPAR 60	4.973	4.713	4.250	3.413
IAPAR 78	6.357	4.243	3.823	3.627
MANITOBA 97	5.573	4.320	3.913	3.267
OCEPAR 16	6.173	3.547	4.523	3.613
OR 1	5.533	4.897	3.100	3.180
TAURUM	6.347	4.097	4.140	3.687
T. BR 18	5.023	4.813	4.487	3.593
T. BR 35	5.453	4.607	4.307	3.377
Média Ensaio	5.375	4.092	3.612	3.189

¹ Ensaio Intermediário Paranaense de linhagens de trigo.

² Ensaio Final Paranaense de linhagens de trigo.

³ Ensaio de Cultivares em Cultivo de trigo.

⁴ Cultivares testemunhas: CEP 24, IAPAR 53 e T. BR 35.

⁵ Cultivares testemunhas: BR 18, IAPAR 60 e OCEPAR 16.

go que se destacaram nos ensaios, em 1999.

No conjunto dos diferentes experimentos do ensaio intermediário (EIP), das 26 linhagens avaliadas, foram destaques CD 993, CD 995, CD 997 CD 999, IA 993, LD 982, LD 984, PF 940366 e WT 97189. Estas linhagens comporão, em 2000, os ensaios finais de primeiro ano (EFP). Cabe salientar que as linhagens WT e PF, são oriundas do programa de melhoramento da Embrapa que além de se destacarem pelo rendimento de grãos, possuem boa qualidade industrial e tolerância às doenças predominantes.

Nos ensaios finais, nos quais foram testados 24 linhagens, foram destaques no primeiro ano: IA 981, LD 969, LD 971, LD 973, LD 975, OC 9811, OC 9812, PF 940384, WT 96061, WT 96063 e WT 96168. Considerando a análise conjunta dos resultados dos ensaios finais de segundo ano, no período de 1997, 1998 e 1999, as linhagens da Embrapa, WT 95068 e PF 93167, tiveram excelente desempenho, podendo assim, ser lançadas e indicadas para cultivo para a região 6 e para as regiões 7 e 8, respectivamente. Estas linhagens apresentaram, além do rendimento de grãos, boa resistência às doenças e tolerância a germinação na espiga. Quanto a qualidade industrial, a linhagem PF 93167, é de moderada força de glúten e apresenta cor da farinha mais clara, sendo enquadrada na Classe de Trigo Brando (Força de glúten $W = 167$). Por outro lado, a li-

nhagem WT 95068, possui alta força de glúten ($W = 263$), com grão duros a vítreos e pertence à Classe de Trigo Pão (Instrução Normativa nº 1, de 27/01/99, do MAA).

Nos ensaios de Cultivares em Cultivo do Paraná (ECP), na média dos experimentos conduzidos na Warta e em Campo Mourão, foram destaques as cultivares BRS 49, BRS 120, CD 104, CD 105, IAPAR 53, IAPAR 60, IAPAR 78, Manitoba 97, OCEPAR 16, OR 1, Taurum, T. BR 18 e T. BR 35 (Tabela 12.3).

12.2.4. Multiplicação de semente genética

Com a finalidade de proporcionar semente para os ensaios de rendimento, e para iniciar a multiplicação da semente genética, todas as linhagens em ensaios preliminares são multiplicadas em parcelas especiais, onde recebem acompanhamento e, quando necessário, são realizadas purificações, visando produzir semente com a qualidade e pureza conforme os padrões estabelecidos. Em 1999 foram multiplicadas 157 linhagens em pequenas parcelas (10 m^2) e 80 linhagens em médias parcelas (aproximadamente 200 m^2), totalizando aproximadamente 3.356 kg. A semente das linhagens promovidas a ensaios intermediários deverá ser multiplicada, em 2000, pela equipe da Área de Negócios Tecnológicos.

12.3 Prospecção de Demandas Tecnológicas de Cadeias Produtivas e de Sistemas Naturais da Região Sul do Brasil (13.0.96.143-08)

Antonio Carlos Roessing e
Heveraldo Camargo Mello

A cultura da soja desenvolveu-se em base tecnológica intensiva de capital, com sistemas de produção altamente tecnificados. Por sua vez, as empresas, a montante e a jusante do setor agrícola, formaram indústrias competitivas nos setores de insumos, máquinas e implementos agrícolas e esmagamento. Os resultados favoráveis obtidos, até o momento, em todos os segmentos de sua cadeia produtiva, não indicam, no entanto, que o sistema agroindustrial da soja não possua pontos fracos ou pontos de estrangulamentos. A prospecção de demandas de pesquisa passa a ser um importante instrumento a ser utilizado para o levantamento dos fatores tecnológicos e econômicos limitantes do desenvolvimento dos diferentes sistemas produtivos e como indicativo de ações de pesquisa.

Este trabalho foi realizado com os seguintes objetivos: 1) analisar a cadeia produtiva da soja e, subsequentemente, realizar a prospecção das demandas para a Região Sul; 2) classificar as demandas em D1, D2 e D3, de acordo com as definições da Embrapa; 3) fornecer informações estratégicas para a programação regional de pesquisa e extensão no tocante a soja. A metodologia proposta consiste na caracterização da cadeia produtiva, através de busca de informações nos diferentes segmentos ou organismos

que compõem a cadeia produtiva da soja. Foram estabelecidos contatos com as principais organizações do complexo soja para a obtenção de dados estatísticos necessários ao entendimento da cadeia produtiva. Dos itens previstos para a composição da cadeia produtiva da soja, foram organizados os dados referentes a: matéria prima (setor produtivo), sementes, armazenagem e industrialização. Para o setor produtivo foram obtidos e organizados dados referentes ao número de produtores, área cultivada, produção e produtividade. Esses dados mostram, principalmente, que a Região Sul possuía no ano safra 94/95 um total de 338.599 produtores sendo que o Rio Grande do Sul contava com 73,8%, o Paraná com 21,4% e Santa Catarina com 4,8%. Com relação a área cultivada, o Rio Grande do Sul apresentou, nos últimos 11 anos (1990-2000), uma taxa média anual de crescimento equivalente a -0,68%, o Paraná uma taxa de 3,9% e Santa Catarina -3,18%. A produção na Região Sul tem aumentado cerca de 4,0%. A produtividade nessa região tem aumentado em 3,0% ao ano. Na safra 99/2000 foram observadas produtividades de 2.580, 2.350 e 1.780 kg/ha, respectivamente, para os Estados do Paraná, Santa Catarina e o Rio Grande do Sul. O setor sementeiro possui 487 produtores registrados na Região Sul. Nos últimos três anos a área inscrita para a produção de sementes teve uma redução de 25%, sendo que o Paraná apresentou a maior redução, 33%. Foram produzidos no último ano cerca de 548.998 t de semente

das quais o Paraná contribuiu com 200.000 t, Santa Catarina com 70.000 t e o Rio Grande do Sul com 278.998 t. Desse valor, a Região Sul consumiu 335.111 t de sementes melhoradas. Quanto a armazenagem os dados mostram que, a capacidade estática total na Região Sul é de 40.006.421 t sendo que desse valor 27.893.781 são a granel. A princípio pode-se colocar que a Região Sul dispõe de uma capacidade global de armazenamento satisfatória para o volume atual de grãos. Na safra 1993/94 quando a produção de soja da Região Sul atingiu 11.575.400 t, a oferta de armazenamento a granel correspondeu as 27.893.781 t.

Sobre os dados referentes ao setor industrial, foram consideradas as seguintes observações: o Brasil possui uma capacidade de processamento de oleaginosas de 116.280 t/dia das quais 96,7% são destinadas ao esmagamento da soja. Desse total a Região Sul processa 69.445 t/dia, sendo que o Paraná é responsável por 50,0% desse valor. De forma geral, existe no Brasil uma capacidade ociosa equivalente a 40%. A demanda do setor industrial é de soja com alto teor de proteína, porém nos últimos anos a soja ofertada não tem apresentado, na média, valores suficientes para a produção de farelo com 46% a 48% de proteína. Sendo o Brasil o segundo maior exportador mundial de farelo de soja, isto se torna preocupante em relação a demanda existente de um produto de boa qualidade, podendo trazer graves consequências, não só para o setor industrial, como

também para o produtor. Os resultados permitiram descrever a cadeia produtiva da soja, e a proposição de algumas ações de pesquisa, embora, na sua maioria, atendendo demandas do tipo 3. Das ações principais que contribuiriam para melhor desempenho e competitividade do setor agroindustrial da soja pode-se citar: 1) programa governamental de apoio a pequenas propriedades que desejam diversificar suas atividades, uma vez que a produção de soja está cada vez mais se tornando uma atividade de grande escala; 2) intensificar as pesquisas e desenvolvimento na área de fertilizantes, uma vez que esse é um dos insumos mais caros no custo de produção; 3) a principal demanda da indústria em relação à qualidade da soja é de aumento no teor de proteína; 4) ainda no que diz respeito à parte agrícola, existe uma demanda das indústrias de uma soja mais limpa, fato que sugere aumento da produção de soja nos cerrados e pesquisas em resistência a insetos (percevejos); 5) investimento em infraestrutura de transporte (transporte inter-modal), principalmente para manter a competitividade da cadeia produtiva da soja na região do Brasil Central; 6) reforma tributária, evitando o excesso de taxas, principalmente, no transporte interestadual e para exportação; 7) melhoria das condições de armazenamento, principalmente treinamento de mão-de-obra, para diminuir os gastos com o processamento.

12.4 Prospecção de Demandas Tecnológicas da Cultura da Soja para a Região Centro-Oeste (13.0.96.162-04)

Antonio Carlos Roessing e
Heveraldo Camargo Mello

O principal objetivo deste trabalho foi o de realizar a prospecção de demandas de pesquisa em soja para a Região Centro-Oeste. Como passo inicial, foi caracterizada a cadeia produtiva da soja na região. Em seguida, com base na cadeia produtiva levantada, foram estudados os pontos da cadeia em que mudanças tecnológicas poderiam contribuir para melhorias de produção e/ou de qualidade da soja, caracterizando, assim, demandas de pesquisa. Foi iniciado o estudo da cadeia produtiva, centrando-se no levantamento de dados de produção, da capacidade de esmagamento e de industrialização da soja na região.

No setor produtivo procurou-se abordar dados sobre a área cultivada, produção e produtividade da região, nos últimos dez anos (1990 a 2000). A área cultivada, a produção e a produtividade da soja na região, no período referido, variou, respectivamente, de 3.562,00 hectares, 6.599,00 toneladas e 1.852 kg/ha, em 1990/91, para 6.115.700 hectares, 15.835.400 toneladas e 2.590 kg/ha em 1999/2000. A área cultivada com soja na região apresentou uma taxa média anual de crescimento de 5,17%, apesar do Estado do Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal terem apresentado reduções de 0,90% e 5,00% ao ano, respectivamente. Na produção da região observou-se uma taxa de cresci-

mento de 9,11% ao ano. Ao contrario do decrescimo da área cultivada, o Estado do Mato Grosso do Sul apresentou aumento na produção de 2,00% ao ano ao passo que o Distrito Federal apresentou queda de produção de 1,70% ao ano. O crescimento da taxa média anual de produtividade dos estados foi o seguinte: Goiás 4,68%, Distrito Federal 3,28%, Mato Grosso 2,70% e Mato Grosso do Sul 2,88%.

Tomando por base os dados do ano de 1994, verificou-se que a capacidade estática de armazenamento da Região Centro-Oeste corresponde a 27.001.288 toneladas. A modalidade a granel tem capacidade para 17.415.984 toneladas, com participação de 77,5% do setor privado, 15% das cooperativas e 7,5% dos armazéns oficiais. Quanto à industrialização pode-se destacar que a capacidade de processamento de oleaginosas no Brasil é de 116.280 toneladas/dia, onde a Região Centro-Oeste contribui com uma capacidade de 25.310 toneladas/dia. Da capacidade instalada na região, 98,6% é voltada para o esmagamento da soja. Observou-se que a região detém uma pequena capacidade instalada para o refino do óleo de soja, equivalendo a 2.045 toneladas por dia.

12.4.1. Caracterização do produtor

A partir dos dados censitários de 1996, observa-se que o produtor médio de soja ocupou uma área de 38,02 ha e produziu 88,84 toneladas de grãos, equivalente a uma produtividade de 2.273 kg/ha.

Com relação à situação de posse da terra dedicada à soja notou-se, com os dados do censo de 1996 que:

- a) os proprietários constituíram 82,26% dos produtores de soja, produzindo 84,81% da safra total e ocupando 84,57% da área total destinada à cultura. Os dados nos permitem observar que o volume produzido, em média, pelo produtor proprietário da terra é de 91,60 toneladas, muito próximo da média do conjunto dos produtores. A produtividade média obtida pelos proprietários é de 2.296 kg/ha, que também não difere muito da obtida pelo conjunto dos produtores;
- b) os arrendatários constituíram 8,68% dos produtores, e produziram 12,12% da soja, com um volume médio de 124,06 toneladas, 35% a mais do que o obtido pelo produtor médio. De certa forma, essa observação é lógica, já que o objetivo do arrendamento é justamente aumentar a disponibilidade de terra para a exploração agrícola. A produtividade do produtor arrendatário era de 2.304 kg/ha, o que não difere muito da média, indicando que a tecnologia utilizada é mais ou menos a mesma;
- c) os parceiros constituíram 5,70% dos produtores, mas sua produção atinge apenas 2,13% da produção total, o que corresponde à observação de que o tamanho médio da área do produtor parceiro está bem abaixo da média geral. A produção média individual é de 33,30 toneladas. A produtividade obtida pelos parceiros é igual a produtividade obtida pelo proprietário e pelo arrendatário, ou seja, 2.293 kg/ha, indicando o uso da mesma tecnologia;
- d) os ocupantes constituíram 3,36% dos produtores de soja, gerando apenas 0,90% do volume colhido. Cada produtor ocupante contribuiu em média com um volume menor que a média geral, já que a produção individual do grupo foi de 24,41 toneladas. A produtividade obtida por este grupo de produtores foi um pouco mais baixa, com 2.252 kg/ha.
- Observou-se, com base nos dados do censo, que o maior ganho na produtividade por hectare de soja ocorreu dos dois primeiros estratos para o estrato com área entre 100 e 1.000 ha. A partir dos 1.000 ha o efeito do aumento da área da propriedade sobre a produtividade é pequeno. O impacto positivo da área sobre a produtividade deve ser o resultado de um aumento do nível de tecnologia utilizado, diretamente proporcional ao aumento da área da propriedade, obviamente até determinado tamanho, a partir do qual não existem diferenças no emprego de tecnologia. Pode-se supor que a diferença entre o nível tecnológico empregado em propriedades de 1.000 ha e 10.000 ha seja mínimo, porém, a mesma diferença entre propriedades de 10 ha e 100 ha deve ser significativa.
- Em relação à área trabalhada pelos produtores de soja nas diversas Unidades da Federação, observou-se que:
- a) no Rio Grande do Sul e no Paraná, os produtores que trabalham áreas menores que 100 ha representam quase 50% da área cultivada com soja. Os produtores que trabalham áreas entre 100 ha e 1.000 ha representam 40%

da área total cultivada no Rio Grande do Sul e 44% no Paraná. Os produtores com mais de 1.000 ha representam 10% e 8% da área cultivada, no Rio Grande do Sul e Paraná, respectivamente. No entanto, a produção nas áreas acima de 100 ha, em ambos os estados, representa 54% do total e a produção das áreas abaixo de 100 ha, 46%;

- b) no Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, a área cultivada por produtores de menos de 100 ha representa uma parcela muito reduzida da área total, sendo 0,3% no Mato Grosso, 6,5% no Mato Grosso do Sul e 3% em Goiás. A área cultivada entre 100 ha e 1.000 ha representa entre 22% (Mato Grosso) e 45% (Goiás). A área cultivada por produtores cuja propriedade possui mais de 1.000 ha representa 64% no caso do Mato Grosso, 42% no Mato Grosso do Sul e 50% em Goiás.

Observou-se assim que os produtores do Centro-Oeste (principalmente no caso do Mato Grosso) ocupam áreas bem maiores do que os da Região Sul. Essa observação permite inferir que a grande expansão da soja no Centro-Oeste se realizou e está se realizando com base em cultivos extensivos, aproveitando economias de escala, enquanto que no Sul houve e está havendo uma tendência de aumento da área das propriedades produtoras de soja, pois a produção de grãos não se sustenta mais em pequenas propriedades que procuram fazer dessa atividade a sua principal fonte de receita.

Para se ter uma idéia da tendência da produção de soja quanto aos parâmetros analisados, procura-se compará-los com os dados do Censo Agropecuário de 1985. Houve, de 1985 a 1996, uma diminuição de 177.206 estabelecimentos que produziam soja. Naturalmente a maior parte desses estabelecimentos possuíam pequenas áreas. Por exemplo, as propriedades de áreas abaixo de 100 ha diminuíram, nesse período, em 13,50%. As áreas, na faixa de 100 ha a 1000 ha permaneceram no mesmo percentual, em torno de 40%. No entanto, as áreas acima de 1000 ha passaram de 18% para 30%. Na verdade, a grande produção de soja nos anos 90 está concentrada em propriedades cuja área está acima de 200 ha (65%) e a tendência é dessa produção se concentrar cada vez mais em propriedades acima dos 500 ha. A área média com soja nos estabelecimentos agropecuários no Centro-Oeste é de 350 ha, levando em conta os dados do Censo Agropecuário de 1996. Esse tamanho vem aumentando, pois em 1985, a média era de 180 ha, tendo praticamente dobrado nos últimos 11 anos.

Embora não tenha sido possível caracterizar totalmente a cadeia produtiva da soja para a Região Centro-Oeste, os dados levantados permitiram as seguintes inferências: 1) há uma tendência de diminuição do número de propriedades produtoras de soja e aumento da área de cada estabelecimento (efeito escala); 2) a tendência da produção de soja na Região Centro Oeste do Brasil é de expansão, tanto de área como de produtividade; 3) semente e fertilizante são os

insumos que mais oneram o custo de produção; 4) em relação ao consumo total de fertilizantes no Brasil, a soja tem participado, em média, com 22,8%, tendo aumentado sua participação, na Região Centro Oeste, em torno de 35% no período de 1991 a 1997; 5) no que diz respeito à industrialização, há um superdimensionamento da maquinaria em relação a oferta de matéria-prima, ou seja, a produção brasileira de soja é insuficiente para atender a demanda industrial; 6) a demanda das indústrias é de uma soja com teor mais alto de proteína, porém,

do ponto de vista da pesquisa agrícola, sabe-se que existe uma relação negativa entre produtividade e teor de proteína no grão; e 7) o sistema de transporte, concentrado em rodovias, constitui-se num item extremamente oneroso ao sistema de comercialização da soja, podendo inviabilizar o avanço da fronteira agrícola dessa oleaginosa em regiões como norte e oeste do Estado do Mato Grosso, do Estado de Rondônia, do Estado do Pará, e dos estados do nordeste, caso não haja investimentos em diversificação do transporte.

